MODELO DE LA EVOLUCIÓN HUMANA. REGISTROS DE ATAPUERCA

EMILIANO AGUIRRE ENRÍQUEZ
Real Academia de Ciencias

INTRODUCCIÓN

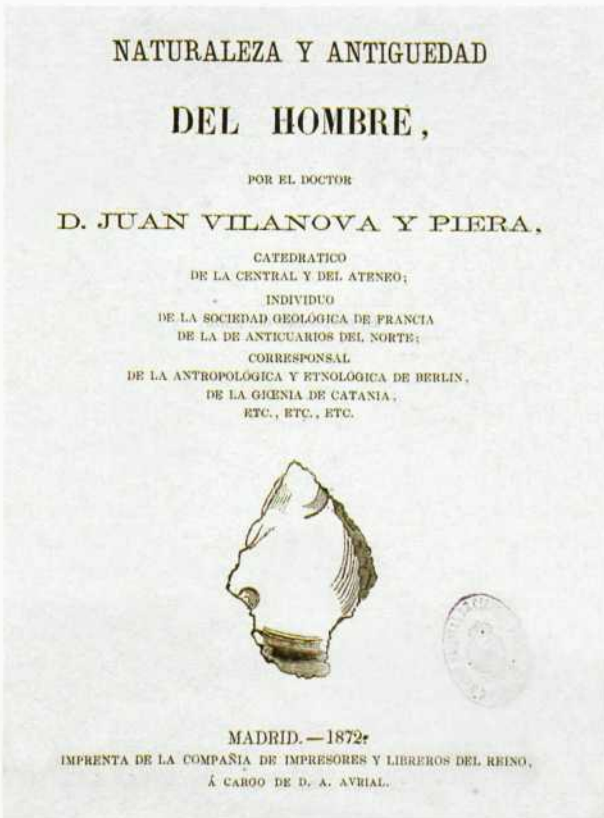
No cabe duda acerca de la necesidad que todos tenemos de una buena representación cognitiva de lo que es nuestra naturaleza, tanto en el relieve de lo individual como en el compromiso de un grupo o comunidad compleja de seres humanos, en cuya interacción e interdependencia nos realizamos, y que tiene una historia y una dinámica con la que nos precede en el pasado y nos seguirá en el futuro.

Filósofos, profetas y artistas han pretendido ahondar en esta dinámica del grupo humano, que ya Aristóteles clasificó con los animales, entre los que se distingue por un rasgo diferencial como «animal racional». Huelga justificar el interés de las investigaciones en el campo de la biología sobre la historia y las modalidades evolutivas de esta «especie» discursiva de la que somos parte. A todos, sea cual fuere su responsabilidad y entorno familiar y social, puede ser útil refrescar ideas y ponerse al tanto sobre cómo fueron los científicos imaginando la evolución de nuestra especie desde que empezaron a descubrirse y estudiarse fósiles humanos, cómo y cuándo cambiaron sus esquemas y se fueron estableciendo conocimientos seguros sobre hitos de esta historia evolutiva, qué aspectos son todavía oscuros y debatidos. Intentaré responder a una pregunta que se me suele plantear sobre en qué aspectos y con qué relieve y resultados contribuyen al progreso en estos conocimientos los descubrimientos de los últimos años en la sierra de Atapuerca.

PRIMEROS DISCURSOS CIENTÍFICOS Y CONTROVERSIAS SOBRE LA EVOLUCIÓN HUMANA

Nada más publicarse el libro de C. Darwin *Origen de las especies* (1858) se ensaya y discute la aplicación de la teoría evolutiva a la cuestión del origen de la especie humana.

De la década de 1860 son los ensayos de T. Huxley en *Man's Place in Nature* (1864), donde discurre en temas humanos sobre esta base, y los estudios del embriólogo alemán E. Haeckel, quien interviene con su axioma sobre la ontogenia como recapitulación de la filogenia (1866) y lo aplica a nuestro caso en su *Antropogenie* (1874). El geólogo español, versado en Paleontología e interesado en Prehistoria, Juan Vilanova y Piera, del Museo de Ciencias Naturales, da cursos en el Ateneo de Madrid sobre los orígenes de la humanidad, y tiene en 1867 terminado su libro *Origen, antigüedad y naturaleza del hombre* (figura 1a): éste no ve la luz pública hasta 1872, pero en la primera fe-


NATURALEZA Y ANTIGUEDAD
DEL HOMBRE,
POR EL DOCTOR
D. JUAN VILANOVA Y PIERA,
CATEDRATICO
DE LA CENTRAL Y DEL ATENEO;
INDIVIDUO
DE LA SOCIEDAD GEOLÓGICA DE FRANCIA
DE LA DE ANTICUARIOS DEL NORTE;
CORRESPONSAL
DE LA ANTROPOLÓGICA Y ETNOLÓGICA DE BERLIN,
DE LA GIŒNIA DE CATANIA,
ETC., ETC., ETC.

MADRID.—1872.
IMPRENTA DE LA COMPAÑIA DE IMPRESORES Y LIBREROS DEL REINO,
Á CARGO DE D. A. AVRIAL.

Fig. 1a.– Portada del libro de Juan Vilanova y Piera, del Museo de Ciencias Naturales de Madrid, contemporáneo de Darwin, sobre el origen del Hombre. Terminado en 1867, no vio la luz hasta cinco años después. (Biblioteca y Servicio Fotográfico, Museo Nacional de Ciencias Naturales.)

TIEMPOS PRIMITIVOS.

TERRENOS.	HORIZONTES.				EPOCAS.	LOCALIDADES.
	GEOLÓGICO.	PALEONTOLÓGICO.	ARQUEOLÓGICO.	ANTROPOLÓGICO.		TIPO.
Cuaternario y moderno	Enterramientos, Turbales, Terramares, Túmulos, Crannoges, Palafitos, etc.........	Mamíferos domésticos en su mayor parte, Fagus sylvatica en la turba danesa, etc...	Instrumentos de hierro.	Hombre moderno encontrado en sepulturas, Inhumacion........	Del hierro. .	Rusia, Noruega, Hallstad, Suiza, Italia.
	Dólmenes, Palafitos, Turbales, Cavernas, etcétera..........	Mamíferos actuales domésticos y salvajes, Quercus robur, etc..	Objetos de cobre y de bronce...........	Razas helvética y vasca, incineracion.....	Del bronce..	Meklemburgo, Hallstad, Dinamarca, Suecia, etc.
	Cavernas, Dólmenes, Paraderos ó Kiokenmodingos............	Mamíferos actuales salvajes ó domésticos, Pinus sylvestris de los turbales, etc.......	Martillos, sierras, puntas de lanza, flechas, hachas pulimentadas, cerámica etc.	Cráneos de Borreby de Chauvaux, Lombrive, etc............	Neolítica. ..	Dinamarca, Lombrive, Bélgica, etc.
	Cavernas, Diluvium superior............	Cervus tarandus (Reno), Bos priscus, Equus primigenius, etc....	Cuchillos de silex, objetos en hueso, dibujos, cerámica, etc...	Cráneos de Cró-Magnon, Aurignac, Engis, Trou del Frontal ...	Mesolítica...	Argecilla, Aurignac, Cró-Magnon, Cavernas Belgas, etc.
	Diluvium inferior y Cavernas............	Ursus spelæus, Elephas primigenius, Elephas armeniacus, Rhinocerus tichorhinus etc..	Hachas amigdaloidéas, cascos de pedernal, cerámica tosca, etc.	Cráneos de Neanderthal, de Olmo, Denise, de Eguisheim, etc.	Arqueolítica.	San Isidro, Neanderthal, Olmo, Gibraltar, etc.
Terciario.	Bancos de materiales pertenecientes al plioceno y mioceno.....	Mastodon Ohioticus; Elephas meridionalis, Rhinoceros lepthorhinus, etc..........	Instrumentos rudimentarios de silex, huesos con incisiones, etc...	Cráneo de California...	Paleolítica...	California, Saint Prest, Thenay, Pouancé, etcétera.

(*Pág*. 158.)

Fig. 1b.– Cuadro del mismo libro de Vilanova en que se ve su aproximación interdisciplinar y su esmero en contrastar hechos antes que aceptar paradigmas. Rechaza la clasificación localista francesa de los conjuntos arqueológicos, que ha prevalecido hasta hoy. Aficionado a la arqueología, era sobre todo geólogo y no versado en antropología, aun cuando registra los pocos fósiles humanos entonces conocidos, algunos de ellos falsos. (Biblioteca y Servicio Fotográfico, Museo Nacional de Ciencias Naturales.)

cha obtiene censura eclesiástica –obligada entonces en España– que le es favorable, por parte del vicario de la diócesis de Madrid. Al contrario de lo que pasa entonces en Inglaterra, donde Huxley tropezó con un obispo anglicano –como se sabe por chistes, caricaturas e infinitas citas en todos los libros de texto, ensayo y enciclopedias, desde nivel escolar a universitario–. Haeckel es el que va más allá de controversias filosóficas y religiosas, y dibuja un modelo conceptual y gráfico de la evolución humana como un árbol, aplicando el conocido esquema de las genealogías heráldicas a la filogenia biológica. Vilanova es interdisciplinar, y atiende más al amplio contenido (figura 1b) que al nombre de la nueva ciencia, *Paleontología Humana*, estrenado en francés por Hamy en 1870. Huxley espoleó a Darwin para que publicara sus ensayos sobre la evolución del ser humano, lo que hizo éste en 1871. El concepto de árbol de descendencias abría el campo de investigación científica a los fósiles que se iban descubriendo, en un espacio más amplio y problemático que la simple concepción del «eslabón perdido» que obtuvo tanto arraigo popular.

Las controversias sobre nuestros orígenes, en los últimos treinta años del siglo XIX y los primeros treinta años del XX, trataron de encajar en árboles como el de Haeckel a los fósiles que –no sin controversias– se fueron reconociendo como humanos: el remoto pitecántropo de Java *(Pithecanthropus erectus)*, dado a conocer por E. Dubois en 1891, todavía era excluido de la familia humana por M. Boule en 1921 (figura 1c); los neandertales *(Homo neanderthalensis)* que se fueron descubriendo en diversas localidades de Europa, desde 1828, y los sinántropos de distintos niveles de la cavidad principal de Zhoukoudian, al norte de Beijing –o Pekin– *(Sinanthropus pekinensis)*, que entraron en escena en los años veinte. Se añadió en 1907 la mandíbula de Mauer.

En 1916 se publica una obra de conjunto, *El Hombre fósil*, de H. Obermaier, en las «Memorias de la Comisión de Investigaciones Paleontológicas y Prehistóricas», Museo de Ciencias Naturales, Madrid, casi a la vez que otra general de Gregory. La escasez de yacimientos y muestras, salvo para neandertales, que ya son numerosos, y la falta de métodos para obtener cronologías precisas y fiables, apenas deja ver ni menos evaluar relaciones entre aquellos tres grupos de fósiles y la humanidad moderna.

Se continuó discutiendo, sobre la base de un origen evolutivo de la especie humana más o menos explícitamente

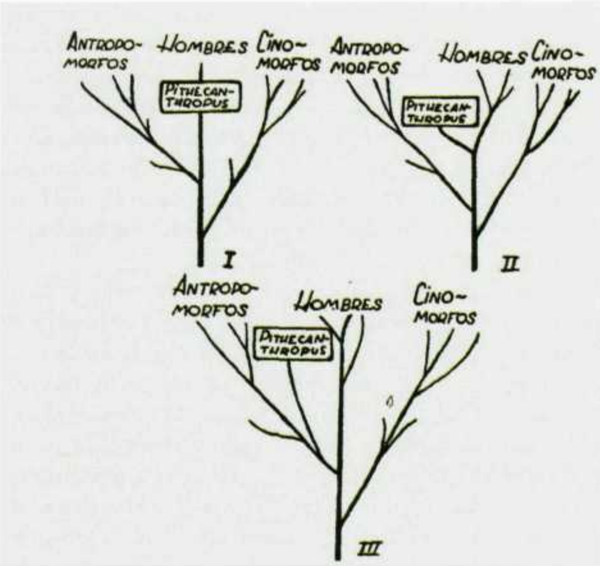


Fig. 1c.– Modelos dendriformes para explicar la situación filogenética del «pitecántropo» de Java entre los primates catarrinos y los humanos, en las teorías cambiantes de E. Dubois y M. Boule, entre 1894 y 1935. (Según V. Andérez, *Hacia el origen del hombre*, Universidad Pontificia de Comillas, 1956.)

admitido, los modelos del monogenismo y el poligenismo –como ya subrayaba Antón y Ferrándiz para el siglo XIX–, en cuya cuestión estaba obviamente implicada la de la especie humana única y las concepciones interesadas en torno a las razas. Para el origen singular se seguía postulando un Edén ubicado en Eurasia, mejor en el Próximo Oriente, axioma que rechaza correctamente Antón y Ferrándiz ya en 1903, igual que el de limitar el género humano al período Cuaternario. Las relaciones de ascendencia y descendencia biológica entre los humanos actuales, los grupos fósiles conocidos y otros grupos de primates seguían modelizándose en árboles filogenéticos. Sólo Hrdlicka, en 1912, piensa que los fósiles son escasos representantes de antiguas poblaciones, con diferencias genéticas: unas se extinguieron, otras son nuestros antecesores. Para aquellos que trasponían o imponían a la ciencia los esquemas de una prehistoria torpemente elaborada con ingredientes bíblicos gratuitamente malentendidos, no cabía duda de que el origen de la Humanidad había ocurrido en un Edén de la Mesopotamia o, en todo caso, eurasiático. Por ello se prestó tan poca atención a los australopitecos *(Australopithecus)* descubiertos en Sudáfrica por Raymond Dart en 1925.

DESCUBRIMIENTOS, AVANCES METÓDICOS Y MODELOS ENTRE 1930 Y 1975

En los años treinta, además de nuevos neandertales y pekinenses, se descubren fósiles humanos en Palestina, anteneandertalenses de Europa en Steinheim y Swanscombe, otros en Marruecos, nuevos pitecántropos en Java, australopitecos en Sudáfrica, y diversos en África oriental. La guerra impide trabajos de prospección y excavación. Algunos científicos encerrados con sus papeles en su mesa vuelven a discurrir sobre las incógnitas de las descendencias y parentescos entre los fósiles humanos. Pierre Teilhard de Chardin, ya en 1948 y con un notable sentido del tiempo geológico y evolutivo, dibuja un árbol filogenético con los australopitecos en el tramo anterior al Pleistoceno, los pitecántropos en el Pleistoceno Inferior, los de Rodesia, Solo (Java), Palestina, y varios fósiles europeos con Neandertal en el Pleistoceno Medio. Los dibuja como hojas divergentes de un árbol, o de una floración, pero sin tallo y sin ramas, es decir, confesando desconocer los parientes intermedios y el origen de cada ramificación. Antes del final del Pleistoceno Medio un par de fósiles europeos se colocan próximos al eje, donde se abre una copa, como el cáliz de una flor, en la que se incluyen los fósiles de tipo moderno, únicos *Homo sapiens* que primero se expanden en el Pleistoceno Superior y luego convergen. Los demás –palestinos, neandertales, rodesienses, soloenses– han ido terminándose sin descendencia (figura 2).

Los años cincuenta traen importantes avances en la formulación de cuestiones y en modelos gráficos sobre la evolución humana. Tanto F. C. Howell en 1951 como S. Sergi en 1953 abandonan el tronco y ramaje lineales y tratan de representar conjuntos poblacionales que envuelven varios fósiles conocidos y sus relaciones. El segundo incluye, como en un vaso caliciforme, los de Swans-

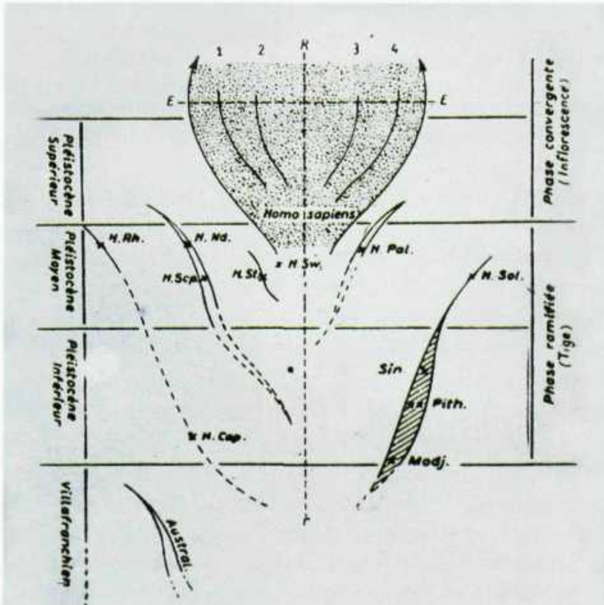


Fig. 2.– El árbol filogenético humano, según P. Teilhard de Chardin, en 1953 (Ed. du Seuil): los australopitecos en el Plioceno y los pitecántropos en el Pleistoceno Inferior –correctamente datados, sin técnicas radiométricas aún– se ven como ramas o brácteas divergentes, igual que otros fósiles africanos, europeos y de Extremo Oriente del Pleistoceno Medio. Divergen también los neandertales que alcanzan el Pleistoceno Superior. El moderno *Homo sapiens* evoluciona en varias líneas, de modo convergente. El paleontólogo y jesuita francés se adelantó en más de treinta años al moderno paradigma del origen unilocal y unirracial.

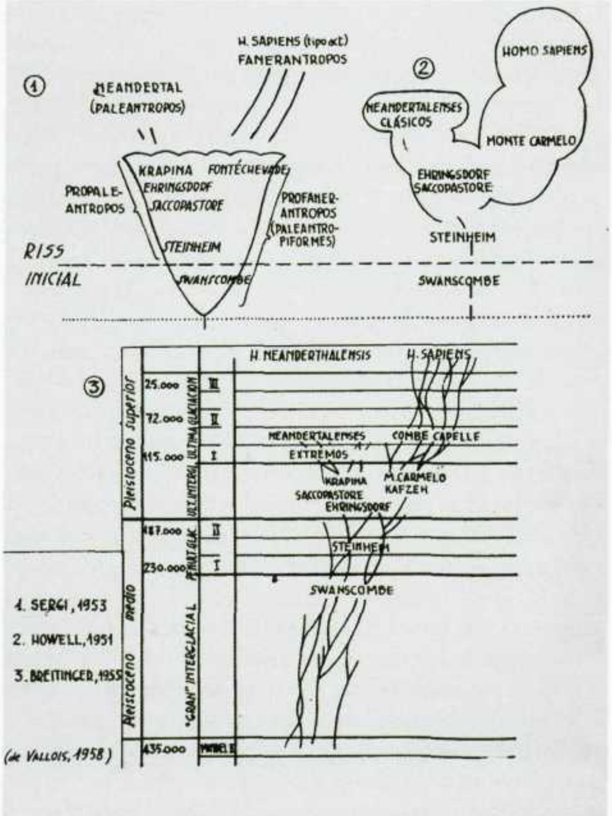


Fig. 3.– Modelos de los años cincuenta sobre relaciones entre neandertales y humanidad moderna. Los tres autores referidos, Howell, Sergi y Breitinger, los reúnen: hasta Ehringsdorf por lo menos, las poblaciones no se consideran taxonómica ni genéticamente aisladas. Breitinger representa líneas de descendencia genética que se entrecruzan, y dejan de hacerlo al final. (De E. Aguirre, en *Revista de Biología de la Universidad de Oviedo,* vol. 1, 1982.)

combe, Steinheim, Saccopastore, Ehringsdorf, Krapina y Fontéchevade como un grupo que se diversifica, pero que no ha perdido la unidad biológica: después de ellos, se separan los terminales de Neandertal, que no duran mucho, y los *H. sapiens,* o «fanerantropos», que perduran en varias líneas; Howell envuelve en un mismo contorno dos preneandertales en la base, los «neandertales clásicos» en una expansión, separada no obstante por una hendidura de la otra expansión globosa que tiene primero a unos modernos de Palestina y más arriba al *Homo sapiens* (figura 3). Más desconcertada que pesimista es la visión de Vallois sobre la escasa representación de los fósiles conocidos para los amplísimos ámbitos de geografía y tiempo, de cuyas poblaciones se carece de documentos fósiles. En 1955, Breitinger representa a esos grupos poblacionales no como árboles ni como áreas cerradas, sino como cursos continuos que se anastomosan, a modo de una red de linajes genéticos que se prolongan, se dividen y de cuando en cuando se reúnen y cruzan: sólo los «neandertales extremos» ni vuelven a cruzarse ni se continúan en el tiempo. En esta década se llegan a evaluar las evidencias paleontológicas y arqueológicas que iban descubriéndose en África, y prevalece la idea de buscar en este continente el origen de la Humanidad. En 1959, Evernden y Curtis han terminado de poner a punto las técnicas geocronométricas basadas en el ritmo constante de degradación de isótopos radiactivos y publican por primera vez el dato de edad radiométrica de un fósil homínido antiguo, un parántropo de la Quebrada de Olduvai: 1.700.000 años. El año siguiente se publica una nueva especie del género *Homo,* por Leakey, Tobias y Napier, también de Olduvai y de nivel muy próximo al anterior, el *H. habilis.*

En los quince años siguientes cambiaron casi por completo las coordenadas, los contenidos y los ritmos de la Paleantropología. Creció rápidamente el número de yacimientos y de fósiles de la familia humana, sobre todo en depresiones de África centro-oriental, y de antigüedad notable, hasta de hace más de 3 millones de años (Ma); también en el Magreb; en Asia los de Dali, y más antiguos en Lantián y Youanmou, y en Europa donde destacan los anteneandertales de L'Arago (Tautavel, Francia). Poco antes de 1975, Trinkaus y Howells establecen con precisión las semejanzas y las diferencias entre neandertales y la humanidad moderna (tanto la actual como los fósiles que más se nos parecen): la cara se llena y se extiende hacia delante perdiendo relieve porque, en vez de pronunciarse el saliente del pómulo con los entrantes que hace por debajo y por delante el hueso maxilar en los modernos, éste se infla y se alarga por delante de las órbitas y de la nariz: también el doble arco de los dientes se adelanta, quedando un espacio por detrás de la muela del juicio (M3) entre ella y la rama ascendente de la mandíbula, mientras que ésta tapa casi todo el M3 en los modernos, y más o menos en otros fósiles de mayor antigüedad. El cráneo de los neandertales es de gran capacidad –mayor que la media actual–, alargado en el occipucio, de bóveda baja que vista de frente presenta un contorno en perfecta circunferencia de arco de herradura: ni de sección pentagonal como los más antiguos, ni elevado a los lados con bolsas o esquinas parietales arriba como los modernos.

Por esos mismos años progresan las técnicas de datación, que permiten incorporar al acerbo de los conocimientos firmes la certeza de que antecesores nuestros del grupo de los australopitecos ya andaban erguidos sobre los dos pies hace más de 4 Ma (millones de años), mientras que el crecimiento cerebral y un cráneo, dentadura y comportamiento más en la línea de los nuestros no aparecieron sino más tarde, hace menos de 3 Ma, con las primeras especies del género *Homo.* Éstas se hallan bien representadas en África entre hace 2,5 Ma y alrededor de 1,4 Ma, al tiempo que también florecen en ese continente los últimos australopitecos, también bípedos, los llamados «robustos» o parántropos, menos cerebrales, más musculosos y potentes masticadores.

La búsqueda del «europeo más antiguo» empezó a ponerse de moda en un coloquio científico en 1969. Los yacimientos con menos de medio millón de años (0,5 Ma, o 500 Ka) eran ya entonces numerosos en África del Sur, Este y Norte, en Europa y en China, lo que parecía indicar un florecimiento expansivo de la Humanidad hace

más de 450 milenios (450 Ka). Pero la escasez de registro fósil era enorme entre hace 1,4 y 0,5 Ma, y se reparaba poco en ello. Las edades de los pitecántropos de Java curiosamente llenaban ese hueco. Varios grupos de científicos las revisaban con diversos criterios en los años 70, y venían a convenir en datos entre 1,3 y 0,7 Ma; otros los han datado entre 1,8 y 1,1 Ma. En China, la mandíbula de Chenjiawo y el cráneo de Gongwangling cerca de Lantián, descubiertos entre 1963 y 1965, se dataron sobre 0,6/0,7 y 0,8/0,9 Ma, respectivamente. Entre 0,8 y 0,6 tenían varios fósiles humanos del nivel IV de Olduvai, y alrededor de 0,6 Ma las tres mandíbulas humanas de Ternifine, Argelia. Eso era todo entre hace 1,3 y 0,5 Ma: entre 1,3 y 0,8, ni un solo fósil humano en África.

Tampoco eran éstas las únicas dificultades. La renovación epistemológica de todas las ciencias en los años sesenta no influyó de un modo claro y eficaz en el discurso paleantropológico, mientras que el interés del público y revistas científicas de gran tirada tampoco afectaron siempre positivamente a la labor en estas disciplinas. A la vez que Chiarelli demostraba la proximidad genética mayor del ser humano con los gorilas y chimpancés, hominoideos africanos, lo que corroboraba desde otra disciplina la convicción de los paleontólogos sobre el origen africano de la Humanidad, otra escuela de antropólogos ayudada por las grandes revistas imponía el paradigma del origen a partir del ramapiteco *(Ramapithecus)* de Asia y, por extensión, eurasiático. Hacia 1970, Sarich presenta el «reloj molecular» de la evolución humana basado en la regularidad de cambios en albúminas; otros, el reloj genético. El desarrollo industrial de los ordenadores favoreció la aplicación de los métodos estadísticos a estas cuestiones, aportando una gran carga de objetividad cuántica a los estudios comparativos y evaluación de semejanzas, diferencias y parentescos morfológicos. No obstante, estos métodos permiten manipular y predeterminar resultados y han de emplearse con rigor y crítica (figura 4). Así, se multiplicaron los cladogramas, que vuelven a tomar el aire de los viejos modelos arboriformes.

CERTEZAS Y DEBATES SOBRE EVOLUCIÓN HUMANA EN EL ÚLTIMO CUARTO DEL SIGLO XX

En los últimos veinticinco años, las investigaciones han versado sobre los siguientes temas:

a) Las proximidades entre el ser humano y los primates más allegados: se han estudiado éstas en los campos bioquímico, genético, psíquico y de conducta.
b) El origen de la bipedia, tratado con la búsqueda y hallazgos de australopitecos y sus precursores de hace en torno a 4 Ma y aún más, y con el estudio de la ecología y facultades locomotoras de los primates fósiles del Mioceno. Son muy escasos desde el Mioceno superior (h. 10 Ma) hasta el Plioceno inferior (h. 4 Ma): un fósil en Namurungule (h. 8 Ma); uno en Lukeino (h. 6 Ma); la mandíbula de Lothagam, con más de 5,6 Ma; el *Ardipithecus,* con 4,9 Ma, ya plioceno. En fósiles de nivel inferior de Sterkfontein se identifica un bípedo con algún cambio articular del pie no concluido. Más raramente se estudian los factores ecológicos que han podido ocasionar presión y ventaja adaptativa para la cadena de cambios fisiológicos hasta la bipedia vertical tanto estacional como de desplazamiento.
c) El origen del género *Homo* se trata en general con una cuestión más amplia, la de los parentescos entre *Australopithecus, Paranthropus* y *Homo,* no tanto al modo de clásicos árboles filogenéticos cuanto de ramificaciones («clados») por análisis morfostadísticos, que alimentan mucha controversia. Algo de competencia se advierte entre descubridores de algunos fósiles atribuidos al género *Homo* con edades entre 2,4 y 2,5 Ma sin determinación específica, y alguna controversia sobre el presunto autor de conjuntos líticos, también en África oriental, sobre 2,5 y quizá cerca de 2,7 Ma. Faltan quizá elementos para modelizar en escenario detallado el fenómeno de crisis diacrónica del que resultó la divergencia entre los últimos australopitecos, los primeros parántropos y el género humano.
d) Abundan fósiles del género *Homo* y conjuntos de utensilios líticos en África oriental y del sur, de edades entre 2,2 y 1,4/1,3 Ma. Se les clasifica bien en dos especies, *Homo habilis* (2,2-1,7 Ma) y *H. ergaster* (más de 1,7 a menos de 1,4 Ma). La tercera, *H. rudolfensis,* de algunos autores, no está bien definida. De todos modos, no se conoce el antecesor de *H. ergaster,* que ha debido de ser otro distinto de *H. habilis* (figura 5).
e) Con datos que se superponen a los de *H. ergaster,* se mencionan dos fósiles de un nivel muy antiguo, con más de 1,3 Ma, en Java, donde los *H. erectus* (antiguos pitecántropos) están representados hasta 1,1; según otros, hasta 0,75 Ma; en China se mencionan los de Longgupo, muy discutibles, con edad atribuida también de algo más de 1,7 Ma; en Dmanisi, Georgia, una mandíbula y dos cráneos, en contexto faunístico y arqueológico, pueden datarse indirectamente en poco más o menos de 1,7 Ma. Se pretende conocer qué parentescos pueden relacionarlos con las poblaciones fósiles conocidas de África, cuáles pudieron ser sus antecesores, cuándo y en qué circunstancias salieron éstos del continente africano.
f) Una de las cuestiones más agudas es la de clasificación y nomenclatura de fósiles humanos. Podría tratarse de una cuestión menor, sólo instrumental o de lenguaje: al fin y al cabo, las clasificaciones científicas y sus categorías son entidades abstractas, producto de elaboración lógica, y los nombres son convencionales, para que un lenguaje común nos ayude a entendernos. Pero no es así, y distintos autores usan las categorías lineanas con distinta ponderación a la de las semejanzas y diferencias biológicas,

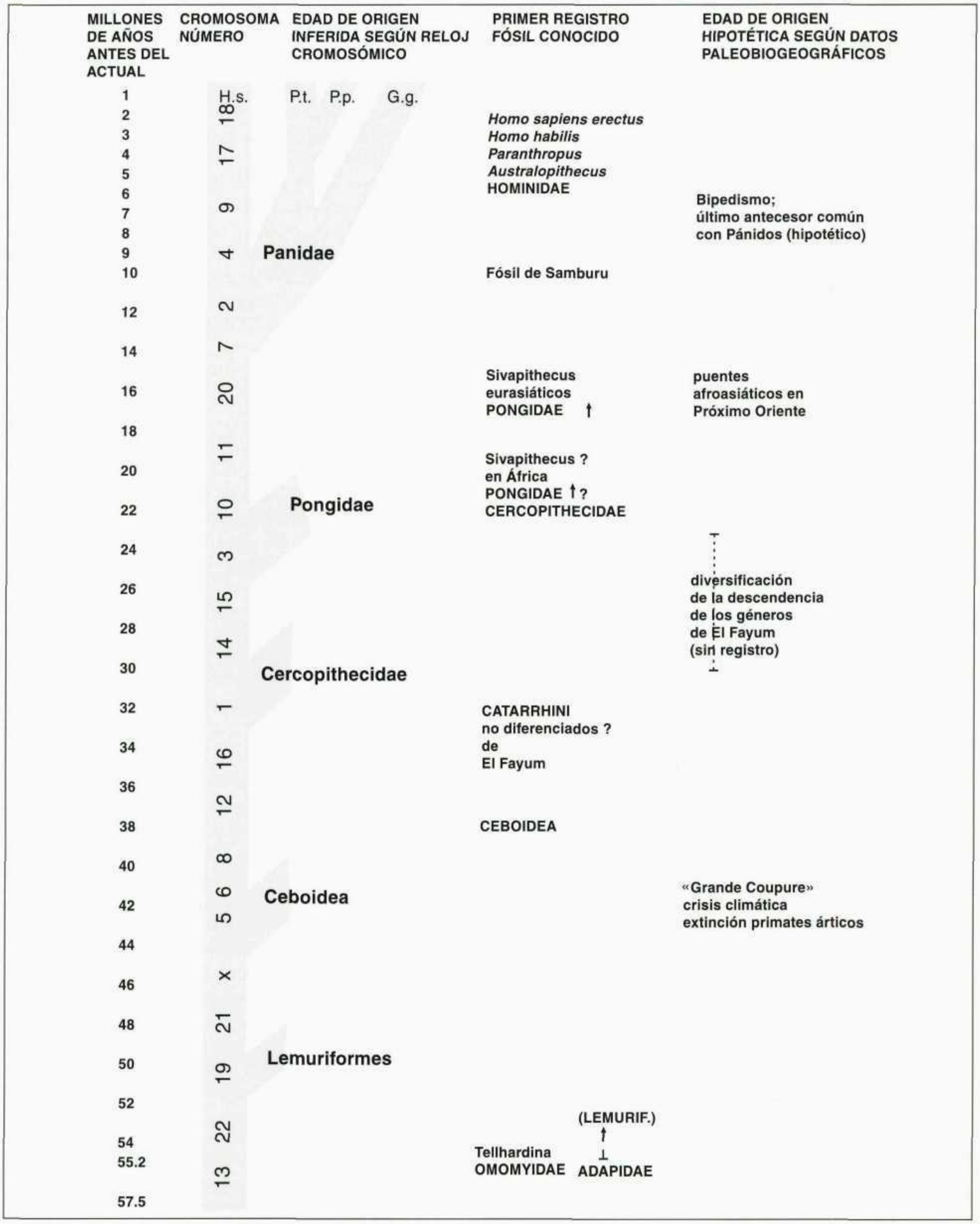


Fig. 4.– El reloj genético de la evolución del grupo zoológico humano no pretende que las mutaciones que lo van separando de otros primates sobrevengan en plazos fijos. De todos modos, si ordenamos los cromosomas humanos compartidos con otros primates, con regularidad hipotética respecto a una columna de edades astronómicas (dos columnas de la izquierda), encontramos cierta aproximación a las edades de las primeras ocurrencias de los grupos taxonómicos según se conocen por el registro fósil y por los datos paleogeográficos que pueden ilustrar las respectivas cladogénesis. Ninguno de los «relojes» puede tomarse como absoluto. Un escenario verosímil resultaría del cotejo entre ellos. (De E. Aguirre en A. Fernández-Rañada, ed., *Nuestros orígenes: el Universo, La Vida, el Hombre,* Fundación Ramón Areces, Madrid, 1991.)

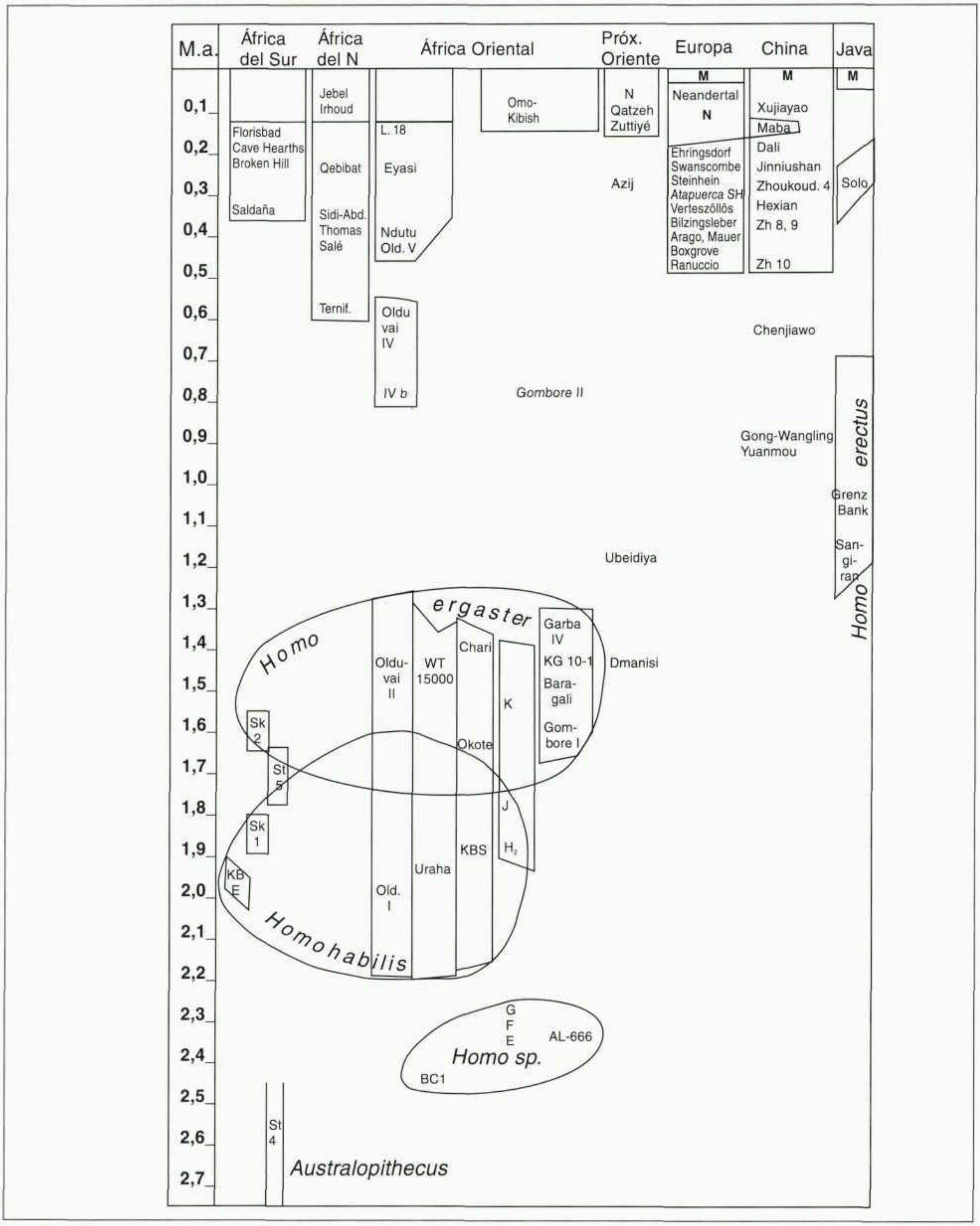


Fig. 5.– Gráfico esquemático, ajustado a la escala cronométrica, que resume el registro fósil humano de que se disponía antes de publicarse los fósiles del Nivel Aurora en Atapuerca TD6 superior. Nótese el gran vacío de datos entre hace más de 1,3 Ma y cerca de 0,8 Ma en toda África y el continente eurasiático. Era también paupérrima la representación global de fósiles entre 0,8 y menos de 0,5 Ma.- (Abreviaturas) S.Abd. = Sidi-Abderrahman; L.18 = Laetoli 18; Zh = Zhoukoudian; Ternif. = Ternifine; KG = Konso Gardula; Sk = Swartkrans; St = Sterkfontein; KB = Kromdraai B; WT = West Turkana; BC = Baringo, Chemeron; AL = Afar, localidad. Otras mayúsculas (E-K) representan la enumeración de tobas volcánicas en la serie de Omo-Shungura; M = «modernos»; N = neandertales.

y así aplican aquéllas a los fósiles humanos y a los primates Hominoideos de modo gratuito. Ello significa que no se trata aquí de una mera cuestión *de nomine*, sino de una seria discrepancia real en el concepto que subyace del ser humano como entidad natural evolutiva.

Para empezar, se advierte fuerte disparidad en el contenido que se asigna a la familia *Hominidae* («familia» en el sentido de categoría taxonómica inferior al «orden» y superior al «género»). Venían incluyéndose en los Homínidos, además del género *Homo*, los australopitecos y parántropos, atendiendo por lo tanto no a un criterio antropocéntrico de desarrollo cerebral o mental, idiomático o tecnológico, sino morfofuncional biológico considerando que corresponden al nivel de familia: las diferencias en la orientación de prácticamente todas las partes del cuerpo en la postura y el andar bípedos y erguidos, los cambios que ello comporta en las articulaciones del tarso y metatarso, de la rodilla, de la pelvis que cambia de forma y función, así como la columna vertebral; cambian asimismo las proporciones y orientaciones de partes del cráneo, y radicalmente las situaciones gravitatorias, la exposición a calores, fríos y evaporación, las funciones de los miembros y extremidades no ya anteriores sino superiores.

Pues bien, en estos años quiere extenderse la inclusión en la familia Homínidos de los géneros del chimpancé y el gorila; otros incluyen también a los orangutanes y gibones y todos sus antepasados fósiles. Se invocan los parecidos en comportamiento de estos primates con los humanos, la proximidad genética y la proximidad en el tiempo de su divergencia evolutiva –sobre todo de los dos primeros, *Pan* y *Gorilla*–. Ahora bien, ni el tiempo ni radicales bioquímicos son criterios morfológicos y funcionales que pueden valer en la Taxonomía Zoológica. Ciertos índices de desarrollo encefálico y pautas de comportamiento de grupo y comunicación no son decisivos en este caso, pues no exceden a lo conocido en la evolución de otros grupos animales; pero en todas las variables consideradas, los primates «antropomorfos» mencionados anteriormente están más próximos a los restantes primates que al ser humano, aun cuando las afinidades justifiquen la inclusión de varias familias –Homínidos, Pánidos, Póngidos– en una «superfamilia Hominoideos». Fue objeto de controversia, y lo es aún, la asignación de fósiles humanos de Europa anteriores al neandertal: Howell siempre se opuso a llamarlos *H. erectus*, como hacían y hacen otros autores.

La otra discusión taxonómica versa sobre la aplicación de nombres latinos binomiales con que se designan actualmente en la nomenclatura lineana en vigor las especies –el primero, con mayúscula, es el género, y el segundo, adjetivo y con minúscula, la especie– del género humano. Para unos, diversos grupos de fósiles humanos se han de considerar especies lineanas distintas, o nombrarse como tales: *Homo rhodesiensis, Homo neanderthalensis, Homo heidelbergensis, Homo mauritanicus*. Para los otros son variantes de una especie politípica, *Homo sapiens*, y prefieren nombrarlos como las subespecies lineanas, trinómicas, *H. sapiens rhodesiensis*, y así los demás. Lo primero es lo que habría que demostrar, y se presume a menudo sin demostración.

g) La cuestión mencionada en el párrafo precedente tampoco es trivial: por una parte, se traduce en considerar que el género humano se diversifica en colectivos biológicos distintos que no intercambian genes, y de aquí la pluralidad de especies aisladas; por otra, se considera que, al menos durante varios cientos de milenios, la Humanidad constituye una especie polimorfa y politípica, esto es, constituida por variantes geográficas y genéticas que evolucionan con posibilidad de comunicación e intercambio (figura 6). Esta controversia a su vez se implica en la del origen de nuestra especie, *Homo sapiens*. Entre las agrupaciones de fósiles humanos, la mejor conocida es la de Neandertal –dejemos por ahora a un lado el etiquetarla como especie, raza o subespecie–; es también la de edad más reciente (entre las que se distinguen de las formas actuales), entre 200 y 30 Ka, y presenta rasgos diagnósticos singulares.

En Europa, sobre todo en Europa occidental, se conocen fósiles de neandertal –y se entiende que sólo de neandertal– hasta hace menos de 40.000 años, y sólo fósiles «modernos» desde hace poco más de 30.000 años. En 1981 llegó G. Bräuer a afirmar que la desaparición de los neandertales de Europa y su relevo por los «anatómicamente modernos» había sido un acontecimiento brusco. No tardó en extrapolarse este escenario, y pronto se afirmó que un pequeño grupo de «modernos» ocupó el lugar de las poblaciones fósiles precedentes en toda Eurasia y Australasia que se extinguieron, todo ello en brevísimo tiempo. Se reforzó con una interpretación de las distribuciones de variantes del ADN mitocondrial publicado en 1987 por Cann, Stoneking y Wilson, y con una estimación especulativa de las generaciones que han de remontarse hasta llegar a una abuela común, o «Eva» de la Humanidad actual. Se concluía que un pequeño grupo procedente de Sudáfrica hace poco más de 100.000 años era el progenitor de toda la Humanidad moderna, y que ésta nada tiene heredado de los anteriores ocupantes de cada región, que se extinguieron sin mestizaje alguno. La cuestión se mezcló con la del cambio cultural del Paleolítico Medio al Superior, que también se llamó repentino hace 38/39 Ka. Al modelo de la «nueva Eva» se opuso el modelo multicéntrico, enunciado por Andor Thoma en 1973; Wolpoff, Thorne y Wu arguyen basándose en la presencia en antiguos fósiles asiáticos de rasgos característicos en razas ac-

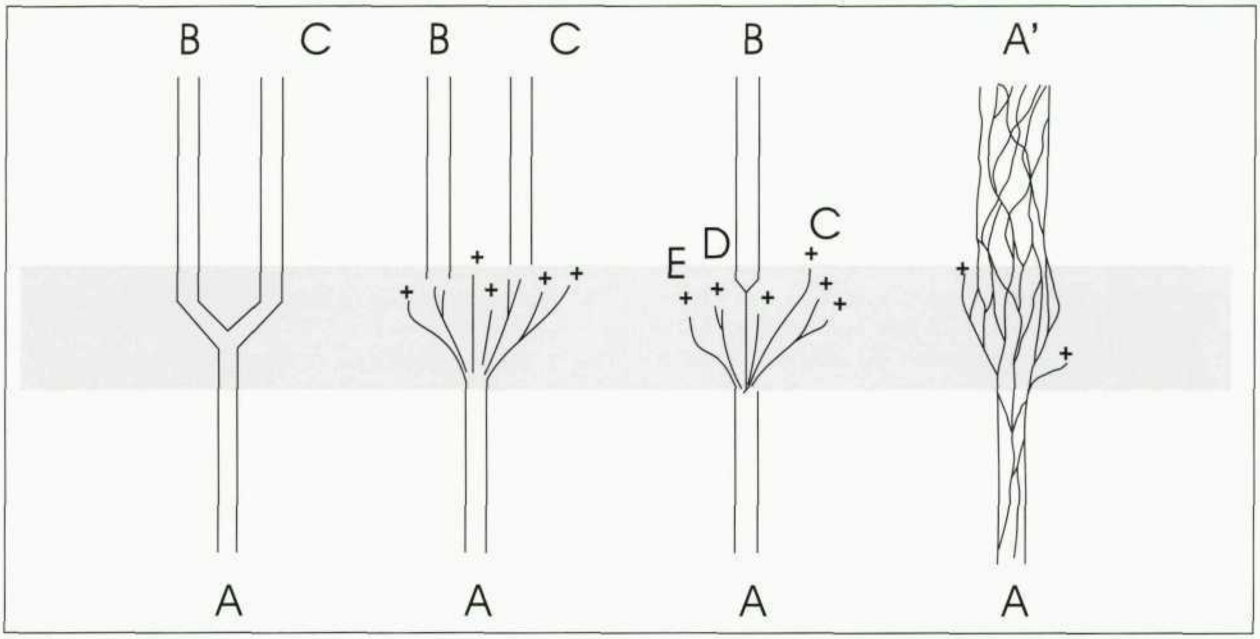


Fig. 6.– Diversos modelos para explicar el origen evolutivo de una o más especies. (De izquierda a derecha): simple cladogénesis por separación de estirpes hermanas; lo mismo, como resultado de selección de linajes tras una crisis de diversificación; BCDE..., como en el anterior, pero con pervivencia de una sola especie hija (B), seleccionada entre las otras variantes que también se consideran especies; a la derecha, una especie hija resulta enriquecida por el intercambio genético entre poblaciones divergentes con aislamiento interrumpido: sólo algunas poblaciones se extinguen sin descendencia. Se destaca, con una trama, el tiempo de diversificación crítica.

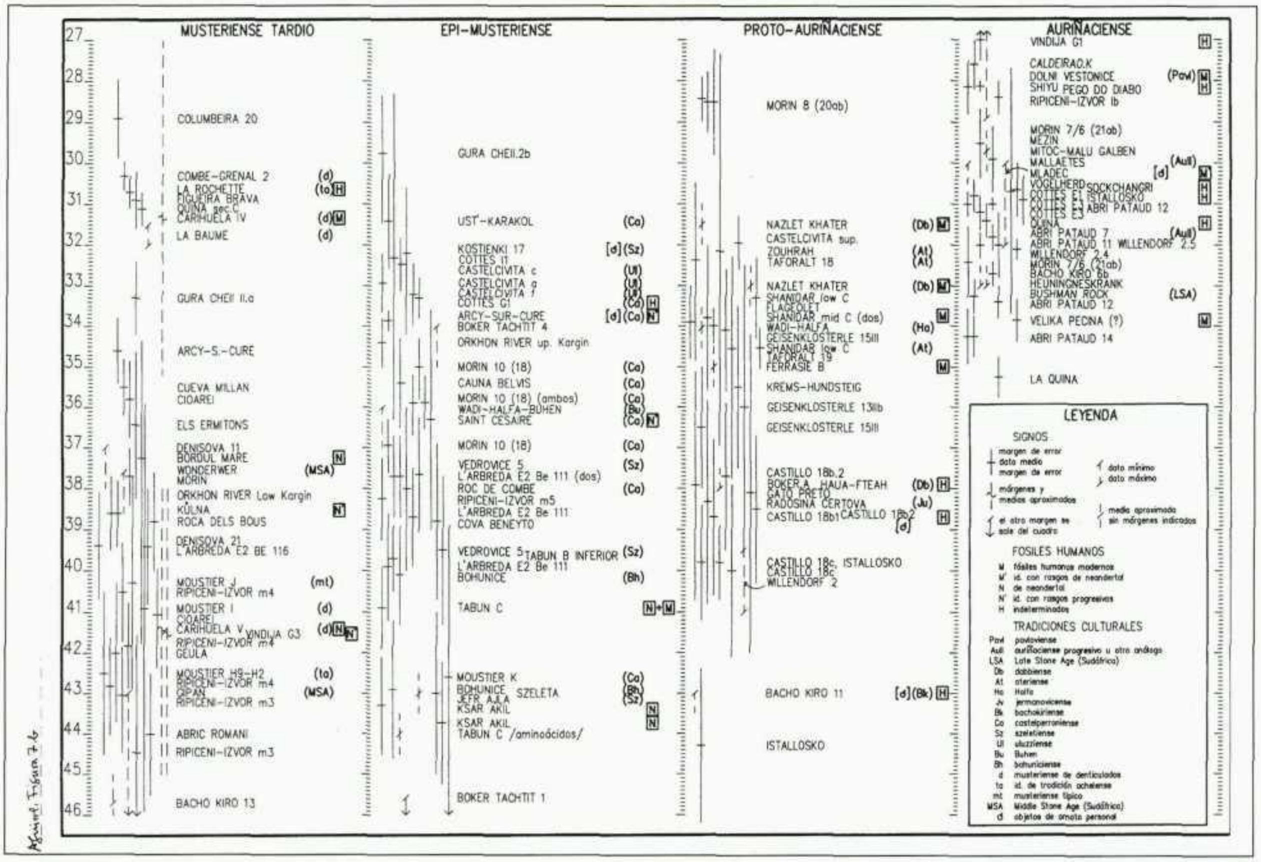


Fig. 7.– Sustitución diacrónica de los últimos conjuntos mesopaleolíticos por los primeros del Paleolítico superior en el ámbito circunmediterráneo, que se relaciona con la desaparición de los neandertales. Numerosos datos radiocronométricos señalan el solapamiento entre hace más de 40.000 y menos de 30.000 años de modos tardíos y evolucionados de «musteriense» con los primeros conjuntos «auriñacienses». (De E. Aguirre, en *Coloquios de Paleontología*, n.° 47 [1995].)

tuales de Oriente y que no existían en los «modernos» de África que se proponen como antecesores únicos. Se puede también argüir que es gratuito extrapolar a todos el caso particular de los neandertales de Europa occidental, que el tiempo de extinción de éstos es muy posterior al presumido para la expansión de los de «Eva», que en el Próximo Oriente hay fósiles «modernos» tan antiguos al menos como los señalados en África, que hay modernos asociados a industria musteriense típica de los neandertales y del Paleolítico Medio desde hace 100 a menos de 45 Ka, y que esto, así como la mezcla de rasgos en algunos fósiles, permite dudar de que no hubiera intercambio génico. Varios genéticos, como Chiarelli y Darlu, admiten explicaciones alternativas de la distribución de variantes del ADN mitocondrial en las muestras estudiadas, y así también apoyan la idea de una evolución de la Humanidad como especie única diversa –«politípica»– en distintas regiones y desde un tiempo más remoto de lo supuesto hasta ahora. Este modelo retrotrae al Pleistoceno Inferior el origen de la especie *H. sapiens*, y no excluye el intercambio génico, aun cuando éste no fuera frecuente en edades antiguas.

h) Es preciso asimismo reconocer diversos movimientos de expansión de grupos humanos fuera de África y en Eurasia a lo largo del Pleistoceno. A este propósito, pronto se desmintió una opinión que pretendía reconocer vestigios humanos en Europa hace más de 2, y hasta hace 2,5 millones de años, y luego prevaleció la que no reconocía fósiles humanos ni conjuntos arqueológicos en este continente anteriores a 0,5 Ma (= 500.000 años): este último ha sido el paradigma hasta finales de 1995.

i) La extensión de los modos culturales y mentales modernos es un problema pendiente de estudio con varias incógnitas, y el declive de los neandertales es un caso particular que ofrece preguntas para la neurociencia y también de orden genético; pero ciertamente se dieron grandes proximidades y cambios diversos entre hace 42.000/44.000 años, en que aparecen las primeras manifestaciones de cultura paleolítica superior, y hace 30.000 años, o menos, en que se registran por una parte los últimos conjuntos musterienses y epi-musterienses, y por otra los últimos neandertales (figura 7).

En resumen, queda mucho por estudiar en cuestiones aún debatidas o poco atendidas:

1. Movimientos poblacionales entre África y Eurasia en los dos últimos millones de años.
2. Cómo ha funcionado el aumento de la diversidad morfológica y genética, y la selección, tanto en poblaciones regionalmente delimitadas como entre grupos y regiones.
3. Cómo se han de clasificar y definir los grupos representados por fósiles humanos, para aplicarles de modo coherente y no prejuzgado la nomenclatura y concepto de especie lineanos.

   Tanto con la multiplicación de especies exclusivas o excluyentes como con la afirmación recientemente repetida de que todos somos «una sola raza» se viene a negar la biodiversidad, que es normal –más o menos amplia– en «especies» zoológicas, y la eficacia biológica de la comunicación y el intercambio entre diversos.
4. Cómo evolucionaron en la poblaciones prehistóricas la mente, la conciencia y comunicación social. Concretamente, el desarrollo mental de los neandertales, y si éstos, o los achelenses, eran cazadores o no, y su modo de vida.
5. Para cualquier hipótesis o escenario, hay que tener presente la enorme escasez que aún subsiste de fósiles humanos entre hace más de 1,3 y menos de 0,5 Ma.

ATAPUERCA EN EL MARCO DE LOS ÚLTIMOS DEBATES

El proyecto y las investigaciones sobre los fósiles del karst de la sierra de Atapuerca arrancan del hallazgo de una mandíbula humana, el 13 de agosto de 1976, por Carlos Puch y Trinidad Torres con sus compañeros, en la Sima de los Huesos –o «de los osos»– en Cueva Mayor, municipio de Ibeas de Juarros (Burgos) (figura 8). Seleccionaban para su estudio fósiles de oso en una escombrera de varias toneladas, al extremo de una rampa que prolonga el fondo de una sima vertical de más de 13 m, y a cerca de medio kilómetro de recorrido en el interior de la cueva. Los escombros eran el resultado de picar y destrozar un nivel fosilífero durante decenios, lo que hacían audaces excursionistas espeleófilos en busca de colmillos de oso, único botín que buscaban y apreciaban. Torres y sus compa-



Fig. 8.– Mandíbula n.º 1 del sitio Sima de los Huesos, distinguida como humana por el equipo que dirigía T. J. Torres en busca de fósiles de oso, y publicada a últimos del mismo año 1976 como distinta y anterior a los neandertales por E. Aguirre, J. M. Basabe y M. A. de Lumley.



Fig. 9.– Vista panorámica de la elevación llamada Sierra de Atapuerca (al fondo). En primer plano se ve el río Arlanzón. Entre éste y la sierra, sucesivos perfiles de terrazas fluviales, con altitudes mayores según la antigüedad de sus depósitos; éstos iban siendo excavados según descendían los niveles acuíferos internos y los niveles de base de los cursos fluviales externos. (Foto M. Bautista, Museo N. de Ciencias Naturales.)

ñeros identificaron dos fragmentos de parietal humano, otras dos porciones de mandíbulas y una decena de dientes, y además extrajeron algunos fósiles de mamíferos de otros rellenos kársticos expuestos a unos 200 m de Cueva Mayor por el corte de una trinchera ferroviaria abierta hace más de un siglo, y luego desmantelada. En ella algunos arqueólogos habían recolectado varios utensilios líticos, entre ellos J. L. Uribarri, F. Jordá y L. Strauss. Quien esto narra observó rasgos en las mandíbulas que las asemejaban a otros fósiles más antiguos que el Neandertal; apreció que el número de individuos representados era superior a lo normal en esta antigüedad, sospechó la posibilidad de obtener una cantidad aún mayor de fósiles humanos y, tras visitar el área y observar fósiles asomando en varios niveles de los depósitos estratificados que rellenaban antiguas profundas cavidades y aparecían cortados por la obra de la trinchera, tuvo ganas de iniciar una búsqueda amplia y metódica (figuras 9 y 10).

En la primera formulación del proyecto, presentado en octubre de ese mismo año, se describía la zona como «un conjunto comparable sólo a la colina de Chukutién (Pekín) y a las cuevas de australopitecos de ... Sudáfrica», y se añadía: «Cabe esperar que un proyecto de excavación sistemática en Atapuerca resulte en la recuperación de nuevos fósiles humanos y otros datos ambientales, que podrían constituir la representación más rica de primitivos homínidos en Eurasia y norte de África, y decisiva para [conocer] el origen y primera evolución del hombre en Europa...».

En el objetivo «final» del proyecto se distinguía, por una parte, la búsqueda de un conocimiento sistemático de la evolución humana en Europa antes del Pleistoceno Superior en los aspectos de: definición morfométrica y mor-



Fig. 10.– La trinchera de ferrocarril desmantelado de Sierra de Atapuerca, al comienzo de las excavaciones, en 1978. Se limpió la roca que cubre la cavidad y el techo del depósito rojizo aflorante, para evitar contaminaciones del suelo reciente y de depósitos del Pleistoceno Superior sobre el complejo de Tres Simas (plano más próximo) y de Gran Dolina (más al fondo). (Foto E. Aguirre.)

fofuncional de las poblaciones fósiles, identificación de variables discriminantes y tendencias evolutivas en homínidos del Pleistoceno Medio en Eurasia y norte de África, estudio de los condicionantes paleogeográficos y paleoecológicos de la evolución de esas poblaciones europeas mesopleistocenas, y de su «modo de vida y evolución cultural» en relación con la dinámica ambiental. Por otro lado, se pretendía la «explotación al máximo de los datos que para los problemas [expuestos] puedan obtenerse de la excavación sistemática» en el karst de Atapuerca. Finalmente se valoraban los datos esperados de las futuras excavaciones «como recurso nacional... científico y cultural» en los aspectos de investigación en varias ciencias, prácticas en estudios universitarios y difusión en actividades de turismo culto y ocio de calidad redundantes en beneficio para la comarca. Se subrayaba la originalidad y el carácter interdisciplinar del planteamiento, y su desarrollo se preveía a largo plazo «obviamente indefinido».

El enfoque interdisciplinar en torno al estudio antropológico y arqueológico era claro. «Paleoecología humana:

– Confrontación de los datos paleoclimáticos, estratigráficos, cronológicos, paleogeográficos, filogenéticos, tafonómicos y de comportamiento, para plantear y, en lo posible, resolver hipótesis sobre la naturaleza y tiempos de ocupación de las cuevas de Atapuerca: origen, modo de vida, causas de su muerte, etc.

– Comparación con la información del mismo orden acerca de los fósiles humanos del norte de África y de Europa occidental del Pleistoceno Medio, con vistas a un conocimiento sintético de la evolución biológica y cultural del hombre en relación con el medio físico y faunístico».

Los trabajos, gracias a una subvención inicial de la CAICYT y una ayuda de la Dirección General de Bellas Artes, comenzaron en el verano de 1978, con estudiantes de la Universidad de Zaragoza y algunos burgaleses, cooperando Eudald Carbonell en la dirección de las excavaciones. Ayudaron en cuestiones operativas y prácticas el Grupo Espeleológico Edelweiss y los funcionarios de la Delegación de Cultura de Burgos.

DIVERSOS REGISTROS EN ATAPUERCA SOBRE HISTORIA DE LA TIERRA, DE LA VIDA Y DEL HOMBRE

El balance de la documentación fósil recogida en tres depósitos kársticos de Atapuerca en estos primeros veinte años puede resumirse en los apartados de: fósiles humanos, fósiles de vertebrados, polen fósil, objetos arqueológicos, esto es, productos definidos de actividad humana, evidencias geológicas, indicadores cronológicos. Este balance es considerable, sobre todo teniendo en cuenta el criterio de proceder despacio, sacrificando la prisa a la exigencia de la excavación metódica que intenta recoger el máximo no de objetos completos, sino de objetos significativos, aun pequeños y fragmentarios, y de datos que informen sobre sus relaciones circunstanciales y contextuales.

Se han recolectado fósiles humanos en tres niveles y lugares distintos, esto es, en los tres cuerpos de depósitos en que se trabajó estos primeros años: la Sima de los Huesos, dentro del actual sistema de cavidades de Cueva Mayor; el relleno sedimentario de Gran Dolina cortado en la obra de la trinchera ferroviaria en una profundidad de 18 m; y también en la trinchera el Complejo Tres Simas, con aportes sedimentarios convergentes, a 30 m del anterior (figura 11).

En Sima de los Huesos (figura 12) se han recuperado hasta la fecha unos 2.000 fósiles humanos, cifra excepcional sólo superada hasta hoy en el yacimiento neandertalense de Krapina, Croacia. Los primeros cuatrocientos se obtuvieron cribando y triando las toneladas de depósito revuelto y amontonado por los buscadores de colmillos de oso, y el montón de fragmentos desechados por T. Torres en un rincón en 1976. Como muchos de los fósiles numerados son fragmentarios, el número de piezas esqueléticas presentes es menor. Son partes de 33 esqueletos distintos –«Número Mínimo de Individuos» (NMI)–, revueltos y destrozados (figura 13). Si se quiere comparar con un entretenimiento, es como recomponer más de treinta rompecabezas simultáneos, con cientos de piezas cada uno. Ya se iban remontando tres cráneos y algunas mandíbulas con sus dentaduras, cuando, despejada de escombros la Sima, se empezó a excavar el depósito intacto. Se sacaron otros 3 cráneos, bastante completos, luego otros 3 incompletos y fragmentos importantes de varios más. Son doce las mandíbulas o hemimandíbulas, y partes considerables de otras 10. Además de 91 dientes situados en sus maxilares o mandíbulas, hay más de 300 aislados. Había hace dos años 15 fragmentos de clavículas y 17 de escápulas; no hay otros en todo el registro fósil humano entre hace 1,4 Ma y 140 Ka. También 33 restos de húmero; en 1995 se contaban 5 de cúbito y otros tantos de radio, 61 huesos del carpo, 23 metacarpianos, 162 falanges de la mano, 18 fragmentos de pelvis, 29 de fémures, 20 de tibias, 15 de peronés, 14 rótulas, 65 huesos del tarso, 26 metatarsianos, 113 falanges del pie, además de 28 fragmentos de costillas, 1 de esternón, 54 de vértebras, 7 de sacro, un hioides, y están representados los tres huesecillos del oído: yunque, martillo y estribo (figura 14). Hay muestra bastante como para estudiar la significación de evidencias noseogénicas frecuentes e infrecuentes.

En el Complejo Tres Simas se ha encontrado en un nivel intermedio un fragmento de hueso temporal.

En la parte superior –«Aurora»– del Miembro TD6 de Gran Dolina, y en la sección de una cata vertical de prospección (6 m^2) se han encontrado en 1994-97 más de 85 restos humanos, craneales y poscraneales, correspondientes a un NMI = 6 (figuras 15 y 16).

Las edades a que se pueden atribuir los lechos estratigráficos que contienen estos fósiles humanos son (por lo que se dirá más abajo) 300/320 Ka, o tal vez algo más, la muestra de SH; más de 300 o quizá 400 Ka, el fragmen-

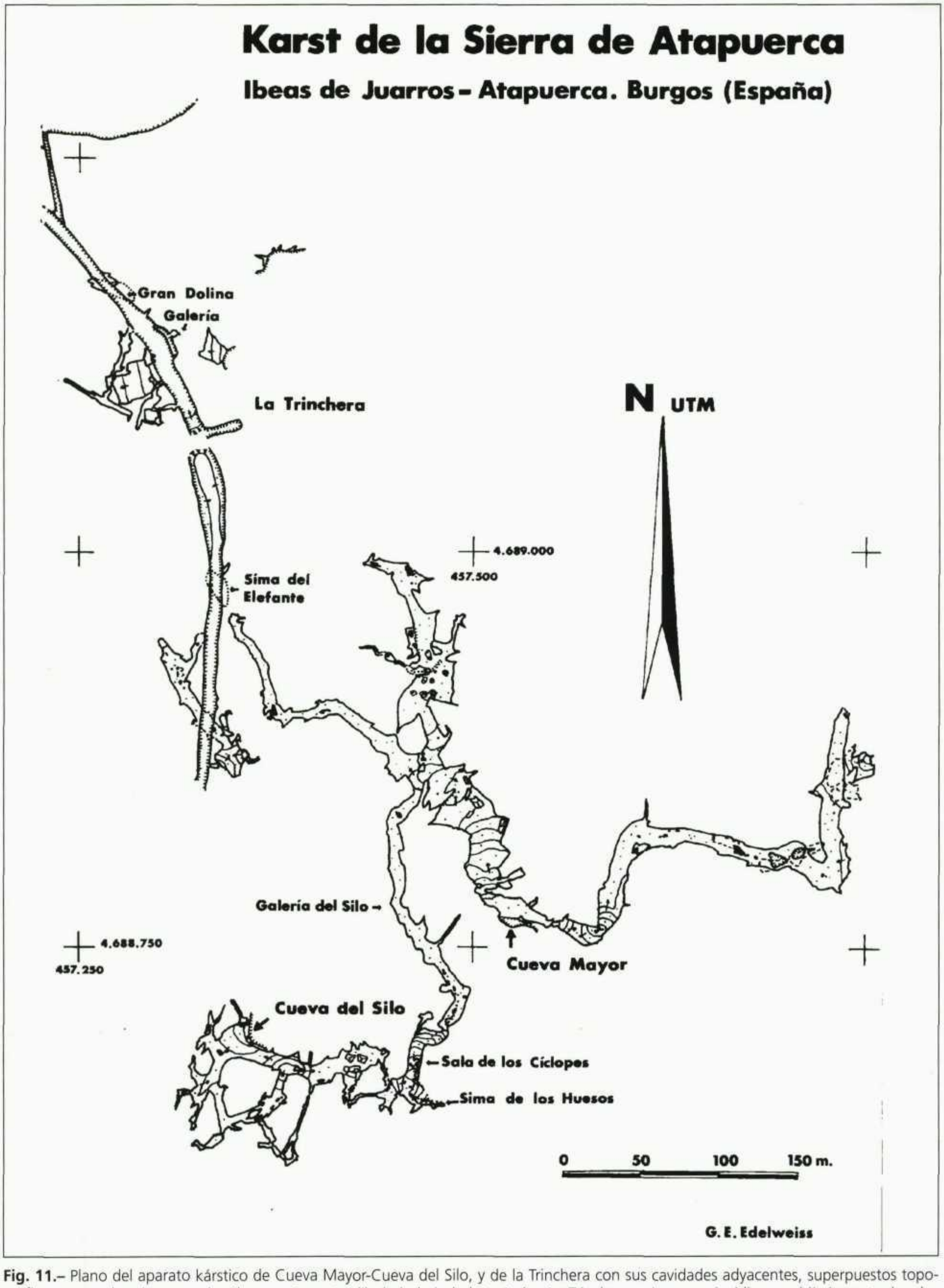


Fig. 11.- Plano del aparato kárstico de Cueva Mayor-Cueva del Silo, y de la Trinchera con sus cavidades adyacentes, superpuestos topográficamente a la misma escala. El pequeño corte dibujado bajo la letra L de «La Trinchera» viene a coincidir con el límite entre los dos municipios de Atapuerca, al norte, y Los Juarros, al sur. (Cedido por el Grupo Espeleológico Edelweiss, de Burgos.)

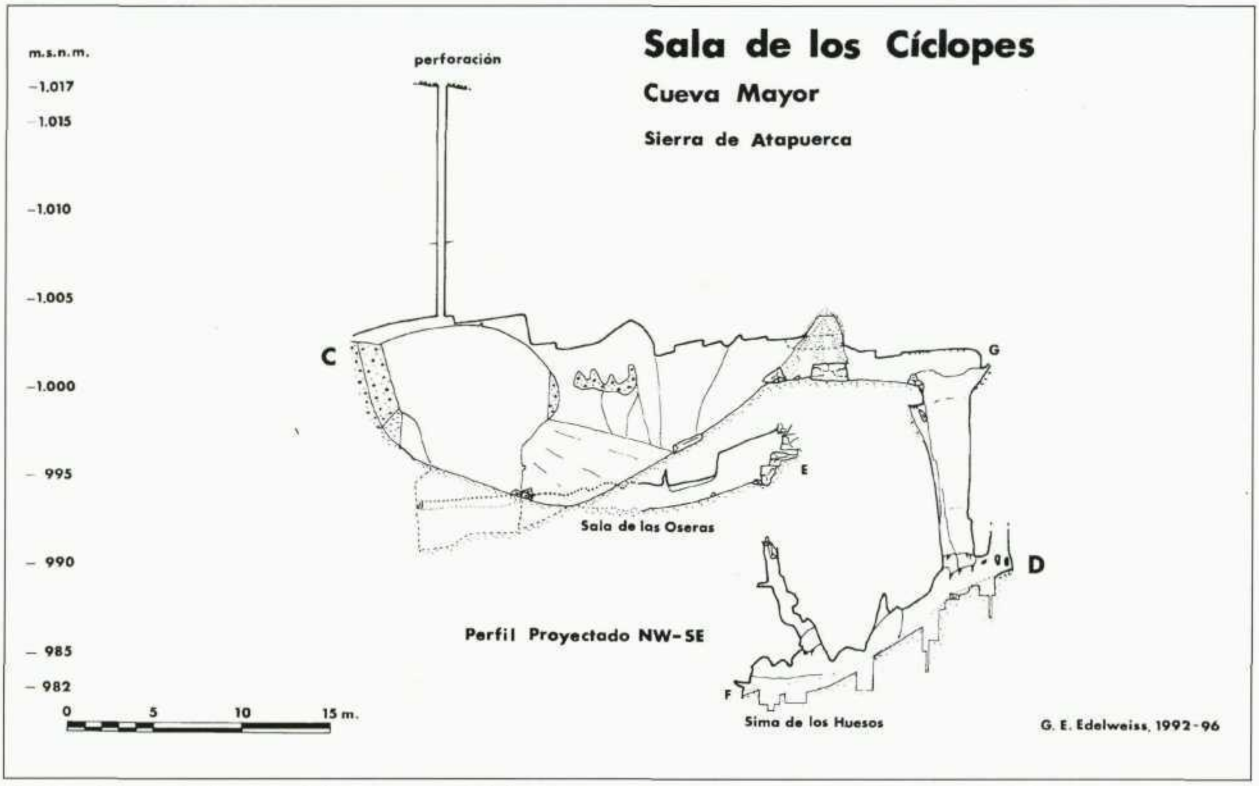


Fig. 12.– Corte vertical en Sima de los Huesos y cavidades adyacentes en Cueva Mayor. En el suelo de la Sima de los Huesos se señalan las catas de exploración en el corredor desde la D al fondo F. La inmensa mayoría de los fósiles humanos proceden de este fondo. Obsérvese los indicios de techo desplomado sobre la galería horizontal que conduce a la boca de la sima vertical. (Cedido por el Grupo Espeleológico Edelweiss, de Burgos.)

to del Complejo Tres Simas; muy cerca de 800 Ka, el suelo de TD6 superior.

Pasan de cien en total las especies de vertebrados identificadas hasta ahora en distintos niveles de los tres paquetes de depósitos en que se ha trabajado en el karst de Atapuerca: 63 de mamíferos (pequeños y grandes, casi mitad y mitad), 29 de aves, 7 de reptiles, 6 de anfibios y 2 de peces, a los que se añaden otras 4 aves rapaces identificadas indirectamente por las trazas de digestión en sus presas. Habrá que sumar también otras, particularmente de roedores, que se están estudiando de muestreos de un nuevo relleno y corte en la Trinchera, la Sima del Elefante. Estos fósiles fueron estudiados por Enrique Gil, Camen Sesé, Gloria Cuenca y varios colaboradores, Paloma Sevilla, Enrique Soto, Jorge Morales y colaboradores, Begoña Sánchez, Beatriz Azanza, Ian van der Made, Nuria García, Esperanza Cerdeño, Antonio Sánchez, J. Cervera, Borja Sanchiz, Ignacio Doadrio y E. Aguirre. La inferencia tafonómica de predadores se debe a Yolanda Fernández-Jalvo.

Las especies mencionadas se agrupan básicamente en dos conjuntos, que se conocen por un número, de yacimientos europeos. El de niveles superiores del Complejo Tres Simas (Galería, Sima Norte y Covacho de los Zarpazos) (figura 17) y de Gran Dolina (niveles TD10-TD11) viene a ser, con escasas diferencias regionales, el registrado en Aridos I, Malagrotta, Castel di Guido, Bilzingsleben, La Fage 5-3, Swanscombe, Monte delle Gioie, con datos entre 340 y poco menos de 200 Ka. Otro conjunto faunístico que se mantiene con ligeros cambios en los niveles inferiores de Gran Dolina TD3 a TD6 (y TD8 en parte) se corresponde con el que se conoce en Solilhac, Betfia 5, Nagyharsanyhegi 4, Korolevo inferior, Grace, Stranska Skala, Przletice, Ponte Galeria, West-Runton,



Fig. 13.– Fósiles humanos de Sima de los Huesos (vista parcial), tal como se hallan en una masa de arcilla amontonados en un pequeño espacio. Sólo muy pocos han podido sufrir un desplazamiento. Las fracturas astilladas se produjeron poco después de la muerte; las rectas y transversas algún tiempo más tarde, al hundirse el paquete por colapso del sedimento subyacente. (Equipo de Atapuerca.)



Fig. 14.– Muestra de los fósiles humanos extraídos de Sima de los Huesos antes de 1994, en la que faltan los dientes. (Foto Javier Trueba.)



Fig. 16.– El corte de Gran Dolina, con la cicatriz, arriba, de lo excavado hasta 1988. Nivel TD6, hacia la mitad. (Foto de E. Aguirre.)

Voigstedt, Gombasek y otros sitios, establecido en Europa hace más de 900 Ka, y duradero hasta hace unos 600 Ka (figura 18). Es en cambio muy escasa la representación de un grupo faunístico cambiante en Europa entre hace poco más de 500 y algo menos de 400 Ka.

Resultaron fértiles en polen fósil la mitad superior de las 119 muestras de polen tomadas cada 5 cms en casi 6 m de corte de la Galería –parte central del depósito del Complejo Tres Simas–, y sólo una parte de las 86 muestras tomadas cada 20 cm en Gran Dolina, y estudiadas todas ellas por Mercedes García-Antón. El diagrama continuo de los 13 m superiores de Galería muestra cuatro cambios, desde un bosque templado húmedo con brezo a otro empobrecido, uno más cálido y árido con acebuche, una estepa de tipo páramo con frío, y el último cambio a una mejoría con bosque mediterráneo de incipiente interglacial; esto es, un ciclo térmico casi completo con una oscilación menor inicial y una caída de la humedad en el primer tercio (figura 19). El registro paleobotánico de Gran Dolina es discontinuo: contienen polen 1 muestra en el nivel TD2; 1 en TD4 superior; 2 en TD5 inferior y medio; 4 en TD6; 1 en TD7; 2 en TD8, y 1 en la base de TD10. Estas asociaciones polínicas presentan diferencias importantes, entre menos del 35% de polen arbóreo con indicación de estepas frías en la parte inferior de TD6, hasta más del 65% de polen arbóreo, de bosque más cálido en TD4, y más húmedo en la parte superior de TD8 con abundante castaño, y un pinar dominante en la base de TD10. Estas escenas se pueden cotejar con otras evidencias influidas por el clima.



Fig. 15.– Parte de los fósiles humanos del Nivel Aurora, TD6 superior, en Gran Dolina. (Equipo de Atapuerca.)

Los cambios en el tamaño, la forma, las aristas finas o redondeadas de los cantos y bloques, los tamaños, la textura y composición de los granos y las partículas más finas, la disposición de unos y otros en el sedimento son evidencias que permiten inferir la procedencia de estos materiales, el factor deposicional, ya sea caída gravitato-



Fig. 17.– Corte de los rellenos del Complejo Tres Simas (la Sima Norte a la derecha). En el centro, el techo horizontal de la Galería, y a la izquierda, el acceso tabicado a la Covacha de los Zarpazos, cavidad interior con relleno fértil de un aparato kárstico con entrada, hoy ocluida, a un barranquillo en la ladera. Delante del tabique, escombros dejados por la persona que extrajo a pico y pala antes de 1970 fósiles que hoy se exhiben en el museo de Sabadell. Los sedimentos del fondo de la Galería llegan a través de la Covacha; otra parte, a través de una entrada más a la derecha atravesada por la obra del ferrocarril, y más tardíamente, del techo por donde se abre la torca. (Foto E. Aguirre.)

ria, deslizamiento, transporte o colapso del sustrato, y cuáles fueron el agente y la dirección de arrastre. Distintas modificaciones afectan a estos materiales una vez sedimentados: compactación, circulación de aguas o deshidratación, deposición de óxidos y tinte, formación de costras y suelos calizos, desplazamientos. Unos y otros fenómenos, los deposicionales y los episedimentarios (no-deposicionales o de hiato) consumen tiempo, y son evidencia de procesos morfogenéticos generales que afectaron al interior y exterior de las cavidades; estudiados por M. Hoyos, permiten inferir el régimen geodinámico y ambiental y, por consiguiente, el clima regional al tiempo de su producción. El reconocimiento de cambios mayores en las características estratigráficas, de abajo a arriba de los depósitos kársticos cortados por la obra de la trinchera de Atapuerca, permitió distinguir al menos 12 unidades principales, que representan otros cambios y épocas de condiciones ambientales diferentes, y dentro de ellas un número de variaciones menores que denuncian cambios cíclicos de segundo orden dentro de períodos de clima definido, como ocurre con los 12 ciclos en 1,5 m inferiores de TG 11, en Galería. Algunas variantes sedimentológicas se deben a las diferencias geométricas de los espacios y conductos en las cuevas. La ventaja de un sistema kárstico complejo, como son los de Atapuerca, Zhoukoudian y Johanesburgo, es la de presentar variaciones menores en un mismo tiempo y régimen en las distintas cavidades y subsistemas, y depósito en unas cuando falta en otras, lo que ayuda notablemente al contraste y precisión de hipótesis y escenarios inferidos.

Se hicieron varios ensayos de datación cronométrica, por varios especialistas separadamente, en distintos laboratorios y con diferentes técnicas. Falguères y Yokoyama, en París, obtuvieron datos de isótopos del Uranio, por recuento directo de radiaciones gamma sin tocar la pieza, en torno a 320 Ka para un resto mandibular humano de Sima de los Huesos, y datos de 211±23 Ka ESR (resonancia spin electrónico), respectivamente, para costra estalagmítica terminal en Galería y en la contigua Covacha de los Zarpazos. Para el mismo espeleotema en Galería, R. Grün obtuvo en la Universidad de Köln y un centro de Hannover un dato ESR de 177,3±23 Ka, y el mismo con Serie del Uranio 118 + 71/-49 Ka.

De la Sima de los Huesos, Grün analizó espeleotemas en la Universidad McMaster de Hamilton, Canadá, obteniendo 333±50 Ka por Serie de Uranio y entre 260 y 308 Ka por ESR para una misma muestra de un espeleotema que se halla sobre el principal depósito con fósiles humanos, y >350 Ka con Uranio y entre 240 y 360 Ka ESR para una segunda muestra del mismo. Siempre advertimos que los fósiles humanos podían ser no más antiguos, sino más jóvenes que dicho espeleotema, y hallarse en la

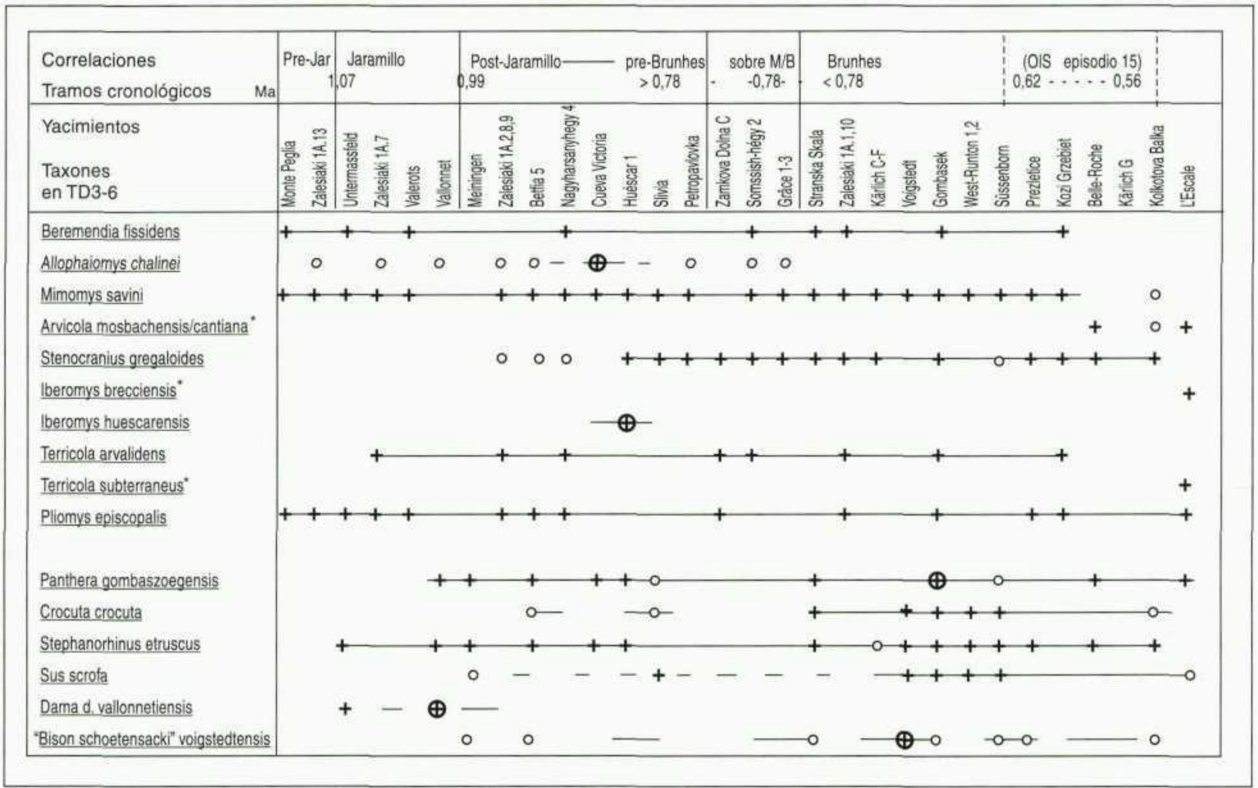


Fig. 18.– Tramo cronológico –entre casi 1 millón de años y alrededor de 600.000 años– en que pervive en yacimientos de Europa el conjunto faunístico representado en la unidad inferior de Gran Dolina, tramos TD3 a TD6 inclusive. El criterio paleomagnético será decisivo para situar estas capas de Gran Dolina en la mitad antigua o en la mitad moderna de dicho tramo, pues la misma paleofauna subsiste antes y después de la inversión Matuyama-Brunhes.- (+) Cita de la misma especie o subespecie; con un círculo, localidad tipo. (o) Cita con duda, o de especie o subespecie afín; con asterisco (*), especies afines a las citadas que no se hallan en TD3a6.

situación actual subyacente por «inversión estratigráfica» debido a un posible colapso sedimentario con rotura de la costra. Recientemente se han hecho nuevos ensayos por J. L. Bischoff, C. Falguères y otros, que dan para los osos –posteriores a los humanos– en la Sima de los Huesos datos entre 195 y 323 Ka combinados entre ESR y Serie de U, y para los humanos un mínimo absoluto de 200 Ka, un dato sobre esparita de 284 Ka, un máximo alrededor de 350 Ka, y una edad más probable de más de 320 Ka. Los datos, aunque dispares, son notablemente concordantes (figuras 20a y 20b).

Para los depósitos de cueva más antiguos en Gran Dolina (nivel TD3), Zazo, Hoyos y Goy señalaron con criterio morfológico una edad equivalente a la excavación de la Terraza 3 del río Arlanzón, anterior al final del Pleistoceno Inferior; Aguirre, Gil, Morales, Sesé y Soto situaban el paquete de estratos desde TD3 a TD6, por correlación de la fauna entonces conocida, entre hace menos de 900 y más de 600 Ka; por tanto, sobre el límite entre Pleistoceno Inferior y Medio: éste se situaba por convenio en la inversión magnética Matuyama/Brunhes (M/B), datada entonces en 690 Ka. De esta inversión magnética señalaron Carracedo y otros la remanencia en el nivel TD3, con lo que prácticamente todo el paquete inferior de Gran Dolina (TD3-TD7) quedaba dentro del Pleistoceno Medio. Nuevos estudios paleomagnéticos por J. M. Parés y A. Pérez González detectan la inversión M/B dentro del nivel TD7, con lo que todo el paquete TD3 a TD6 queda por debajo de este dato magnético que, tras una revisión sobre bases múltiples en 1995, se cifra ahora en 780 Ka.

No se tienen utensilios líticos de la Sima de los Huesos; sí en los rellenos cortados por la trinchera. Las excavaciones practicadas en la Galería y Sima adyacente, y en los niveles superiores de Gran Dolina (TD11-TD10) han proporcionado hasta ahora algunos cientos de artefactos, de conjuntos con talla Levallois, de Paleolítico medio en tramos altos, y achelenses en los inferiores. Conjuntos pre-achelenses se reconocen por muestreos en el corte de Gran Dolina desde el nivel TD4 hasta uno riquísimo en TD6 (figura 21). Los han descrito E. Carbonell, A. Martín Nájera, M. Mosquera, X. P. Rodríguez, R. Sala y otros.

El área de la sierra de Atapuerca, en su mitad meridional y por lo explorado y excavado hasta ahora cuenta, pues, con un número de yacimientos y una larga secuencia de niveles fértiles en ellos con fina calibración cronológica entre hace poco menos de 1.000.000 y algo más de 100.000 años. La mayoría de esos niveles contienen registros fósiles de fauna y flora, de industrias prehistóricas, de interactividad entre ocupantes y de indicadores ambientales y climáticos (figura 22). Parecida riqueza do-

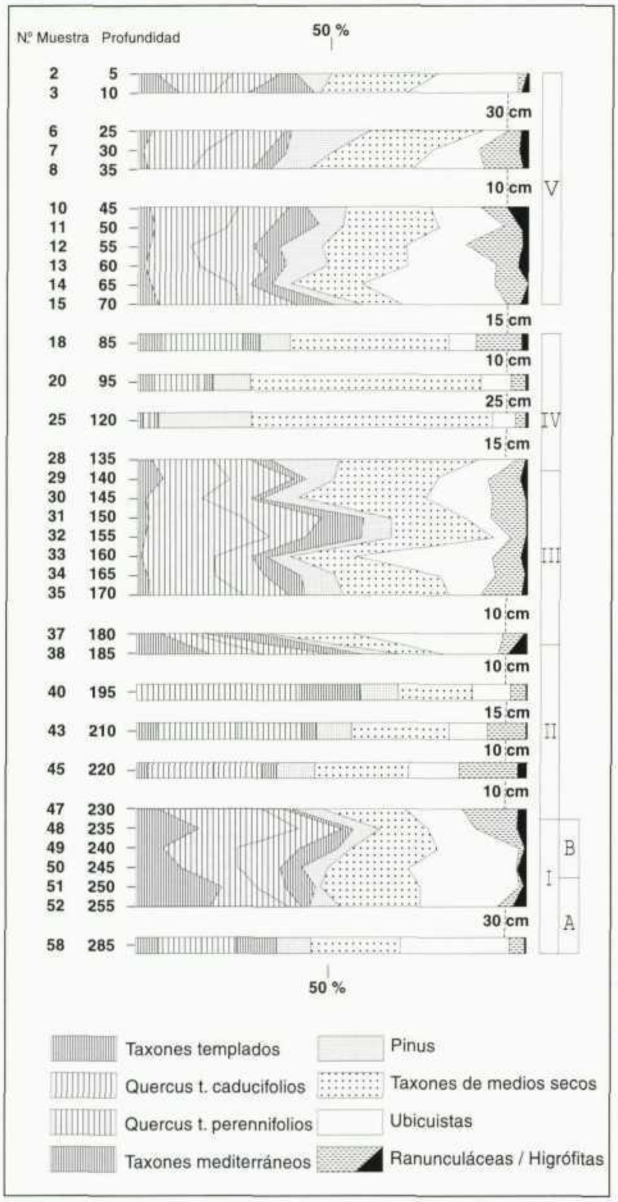


Fig. 19.– Diagrama polínico sintético del relleno de Galería, últimos tres metros, niveles TG11, y TG12, conforme a la escala métrica y con indicación de los horizontes sin registro polínico suficiente. El límite de los pinos marca el porcentaje de polen arbóreo, que con frecuencia rebasa el 50%, sobre todo en la mitad inferior. Casi nunca falta algo de humedad, y sólo en cortos intervalos es bajo el índice de aridez. Esta crece notablemente en el tramo IV, que revela un páramo frío, menos crudo al final. El tipo de garriga mediterránea se advierte en la mitad del III, y en algunas pulsaciones del V. La oscilación parece ir de templado a frío y de nuevo templado con alguna fluctuación menor. (M. García-Antón, en Bermúdez de Castro y otros, *Evolución humana en Europa y los yacimientos de la Sierra de Atapuerca,* Junta de Castilla y León, 1995.)

cumental en una secuencia así de larga sólo se conoce, pero más dispersa, en dos áreas de Europa: Korolevo en el SO de Ucrania, y el entorno de Kärlich en Renania. El karst de Atapuerca añade a ello una pluralidad de puntos con registro fósil humano antiguo singularmente abundante.

PROGRESOS METÓDICOS EN VARIAS DISCIPLINAS

Las aportaciones del equipo de estudiosos de Atapuerca se cifran, obviamente, no tanto en el cúmulo y diversidad de datos obtenidos en la excavación de los yacimientos con método que recoge y registra sus interrelaciones contextuales, sino en lo avanzado de su discurso crítico en los varios campos epistemológicos que tratan los distintos grupos de objetos. Diremos algo, brevemente, sobre avances en técnicas cronométricas, en campos y aplicaciones de tafonomía y zooarqueología, en análisis operacional como nuevo enfoque de la arqueología paleolítica, innovaciones en paleantropología y sobre aproximaciones en la correlación con secuencias paleoclimáticas finamente calibradas.

Se ha indicado anteriormente cómo las muestras tomadas en Sima de los Huesos (SH) y en Galería sirvieron a Grün para contrastar los resultados de medir tiempo geológico por el procedimiento de la serie de isótopos de Uranio y por la resonancia electrónica en busca de depurar y afinar las técnicas, sobre todo esta última, que era su objeto de estudio, y evaluar su aplicación sobre muestras de esmalte dentario. De modo semejante, Yokoyama y Falguères ensayaron con el fósil humano de SH, junto con otros pocos de yacimientos franceses, la nueva técnica «no-destructiva» de espectroscopía de isótopos de Uranio mediante la captación de rayos gamma emitidos por el fósil (*véase* más arriba y figuras 20a y 20b). El nuevo equipo internacional de Bischoff con Falguères y Bahain están extremando la afinación en la técnica de isótopos de Uranio depurando al máximo la exclusión de contaminantes, el aislamiento y recuento de iones de U y Th, y la detección y eliminación de posibles desviaciones por irregularidades en la distribución del uranio para las medidas de ESR en huesos, en esmalte dentario y en costras calizas dependiendo de su grosor y de otros factores. Aplican fórmulas de corrección y tienen como más fiable un combinado de los datos s-U y ESR con dos modos de recuento para reducir el error. Ello se está haciendo con una cantidad de muestras de los yacimientos de Atapuerca.

Se están aplicando los análisis multivariantes de componentes principales a las muestras de polen para definir los tipos de vegetación con respecto a los actuales atendiendo a componentes termófilos o tolerantes del frío, xéricos, de floras mediterráneas o atlánticas y se cotejan sus fluctuaciones con las de la Escala Isotópica del Océano (OIS), juntamente en la secuencia de Atapuerca y otras de Francia e Italia por M. García Antón y H. Sainz-Ollero. Se miran posibles desvíos en la representatividad de las muestras polínicas por intervención de agentes transportadores, y la de percolación de granos de polen en capas sedimentarias subyacentes, y por tanto más antiguas. Este factor de error puede depurarse mediante cotejo con los datos climáticos y ambientales inferidos de la evidencia sedimentaria. El estudio de estos últimos por M. Hoyos y E. Aguirre en Atapuerca ha permitido sentar que los cambios en humedad no se han

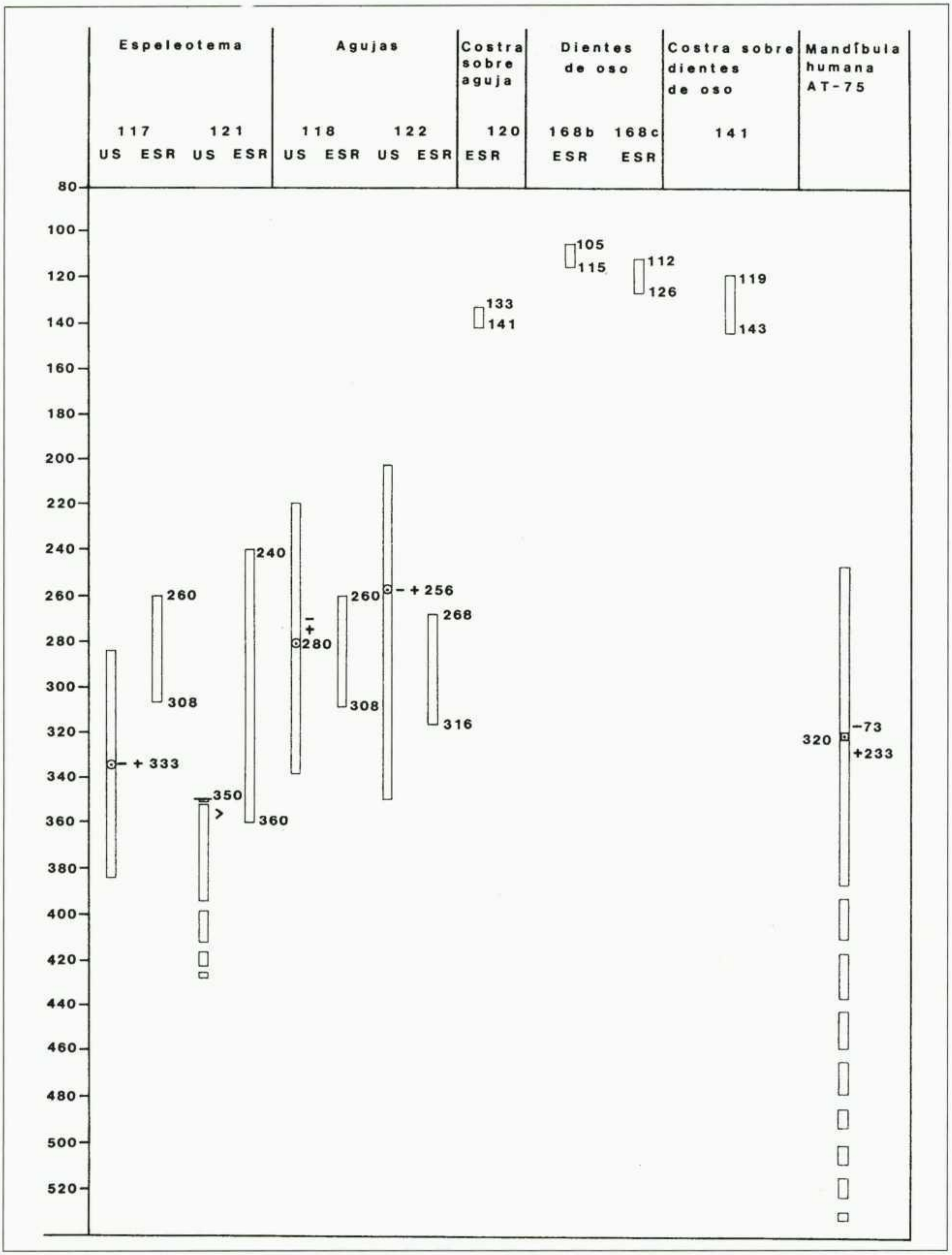


Fig. 20a.– Datos radiométricos de espeleotemas y costras calizas de la Sima de los Huesos según métodos convencionales para isótopos de Uranio (US) contrastados con la Resonancia Electrónica (ESR), según R. Grün, y en la columna de la derecha según isótopos de Uranio contados directamente por registro de radiaciones gamma emitidas por un fósil humano de Sima de los Huesos, según Y. Yokoyama y C. Falguères *(Journal of Human Ecology*, 2-3, 1991-1992, modificado). El estudio de Bischoff, Falguères y otros en 1995 da un resultado análogo.

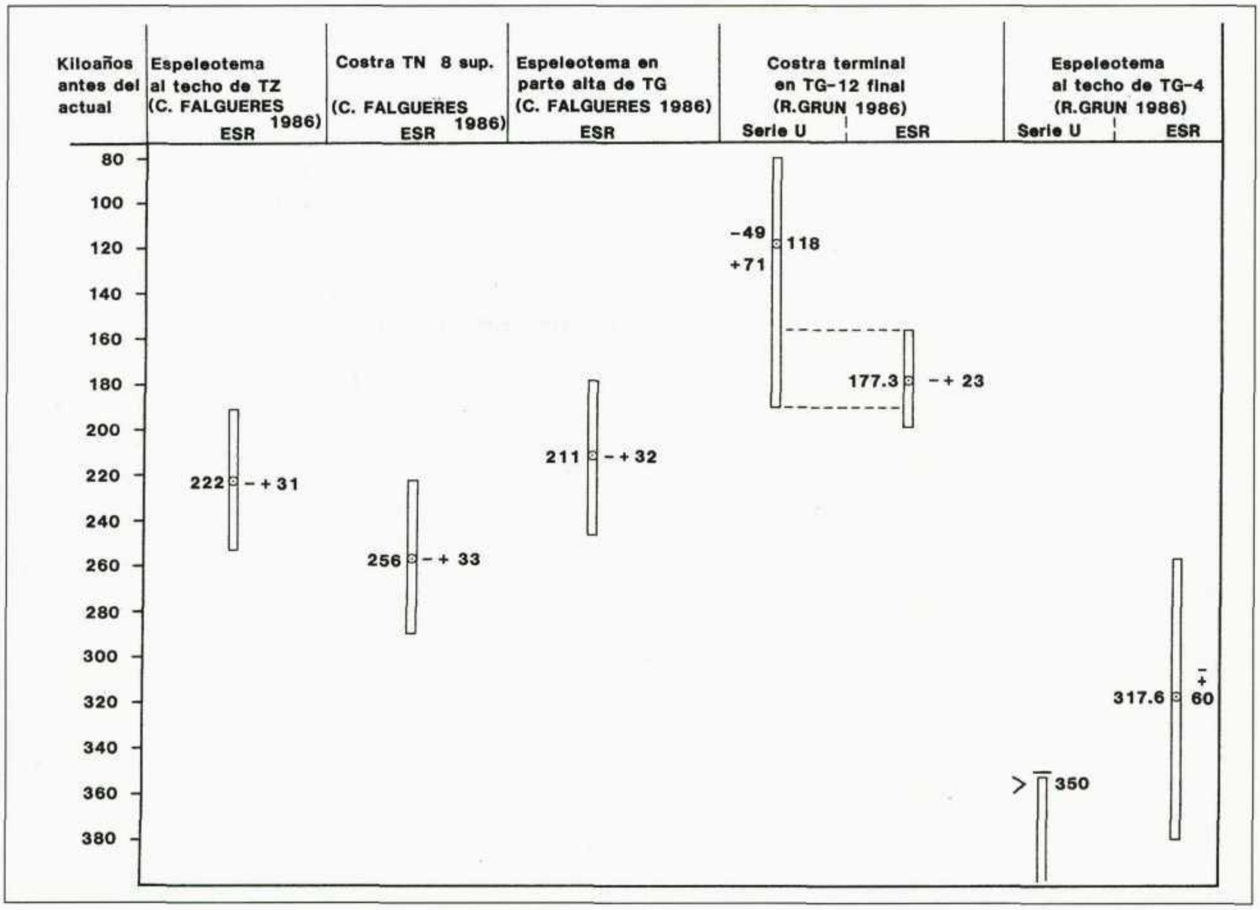


Fig. 20b.– Datos radiométricos de un espeleotema terminal del depósito de Galería (columnas tercera y cuarta por la izquierda), y otros espeleotemas del Complejo Tres Simas, según distintos autores y técnicas. Concuerdan más entre sí los datos de ESR en diversos laboratorios que los de ESR y familia del Uranio por el mismo autor. Se están depurando más las técnicas en varios centros. (De E. Aguirre, en *Journal of Human Ecology,* 2-3, 1991-1992, modificado.)

de referir exclusivamente a la cantidad pluviométrica media anual o a su índice respecto a la evapotranspiración, sino al modo de distribución de las lluvias y humedad atmosférica, constante o estacional y en qué estación o estaciones; asimismo a establecer que no es unímoda la relación entre las fluctuaciones frío-calor y aridez-humedad, sino que las oscilaciones de humedad y temperatura se han relacionado diversamente, al menos en latitudes medias. Para la correlación intentada entre los ciclos climáticos inferidos de secuencias estratigráficas como las de Atapuerca (figura 23) se hace preciso contar con los hiatos deposicionales que implican las discordancias sedimentarias, particularmente relevantes en sistemas kársticos, pero se afirma que también en éstas se dispone de información relevante sobre procesos diacrónicos, y por ello no vale despreciar la aportación a reconstrucciones geocronológicas que pueden investigarse en estos depósitos de cuevas.

Los métodos recientes en zooarqueología y tafonomía han permitido a J. C. Díez y M. V. Moreno determinar con mayor o menor precisión la estación, modo o agentes de introducción de presas en distintas cavidades y épocas, así como el aprovechamiento de aquéllas, y por lo tanto despejar varias incógnitas relativas a la formación de yacimientos así como a modos y costumbres de eventuales ocupantes (figura 24). Otros estudios de J. Rodríguez han versado sobre biomasa disponible de carne y presión de predación.

Los análisis microscópicos y ultramicroscópicos de trazas y alteraciones de los huesos y dientes fósiles de roedores se han aplicado, mediante control de observación actual y experimentación, por Y. Fernández-Jalvo con P. Andrews, a la investigación de predadores que anidaban en las cavidades en distintos niveles, de donde se añadía información sobre la biomasa de las épocas respectivas, así como de agentes inorgánicos de arrastre y deposición y de situación atmosférica en el interior de la cueva (figura 25). Ello, contrastado con el estudio morfosedimentario y paleohidrológico, ayuda a reconstruir con buena afinación la evolución del karst. Parecidos estudios tafonómicos han versado sobre mordeduras de carroñeros sobre los cadáveres de Sima de los Huesos y sobre señales de canibalismo en los humanos de Gran Dolina TD6 (figura 26).

Los estudios de E. Carbonell y sus colaboradores sobre materiales de arqueología paleolítica han estado desde el



Fig. 21.– Un núcleo de cuarcita (o «base negativa de 1.ª generación», BN1G) en un horizonte alto de las capas TD4 de Gran Dolina, *in situ* en el talud de este corte, próximo a la primera apertura de esta cavidad. Se recogieron otros, escasos, artefactos líticos en este nivel. (Foto E. Aguirre.)

comienzo enfocados y guiados por los planteamientos del método analítico-operativo, entre cuyos estudios piloto y primeros desarrollos se cuentan los de Atapuerca. A las clasificaciones de forma y localistas se sustituyen las definiciones de los artefactos líticos por su momento en una cadena operacional, con base en la producción experimental de objetos como los excavados (figuras 27a y 27b). Los estudios sobre procedencias de las materias primas y su aplicación diferencial permiten a M. Mosquera y J. M. Gabarró investigar una discriminación en el uso del espacio y sus recursos. Las propiedades físicas de penetración son definidas trigonométricamente por R. Mora y Carbonell, y sus aplicaciones se determinan por microtrazas y contraste experimental por R. Sala.

Como trabajos en línea con los progresos actuales en paleantropología se cuentan la introducción de nuevos puntos y variables craniométricas por I. Martínez en la base del cráneo, A. Rosas en la mandíbula, J. M. Carretero en húmeros. Se tienen por primera vez muestras para un gran número de variables, con magnitud N suficientemente alta, en el sitio SH de una población del Pleistoceno Medio, que pueden compararse significativamente con grandes muestras de neandertales y modernos, por una parte y, por otra, con los conjuntos de humanos del Pleistoceno Inferior de África; esto, tanto en operaciones y gráficos uni y bivariados como en multivariados (figuras 28 y 29). Por primera vez también se dispone de una muestra que permite conocer la variabilidad poblacional en numerosos rasgos tenidos por diagnósticos en un grupo que vivió hace más de 200.000 años (200 Ka).

La detección de variables ligadas al tamaño –además de a la edad o al sexo–, y algunas ligadas entre sí por exigencias o limitaciones biomecánicas y biospaciales conducen a A. Rosas no sólo a una evaluación más crítica de rasgos útiles en discriminación taxonómica, sino también a formulaciones sobre evolución de procesos ontogénicos útiles en ortodoncia y ortopedia bucal (figura 30).

Se han apurado los métodos de determinación de edades de muerte y sexos, y del NMI (Número Mínimo de Individuos) con recomposición de aparatos y series dentarias por Bermúdez de Castro y sus colaboradores. Tam-



Fig. 22.– Excavación en curso de la Galería, capas TG11. Se ven tres de los doce horizontes o suelos conservados en este tramo con fósiles de grandes mamíferos, algunos utensilios, y trazas de acción antrópica y de cánidos y puercoespines en algunos huesos. En los suelos inferiores que aquí se ven predomina el arrastre con piedras en coladas de barro desde cavidades más exteriores a través de la Covacha de los Zarpazos. El superior de estos tres es un encharcamiento lodoso en fondo de cueva. (Foto E. Aguirre.)

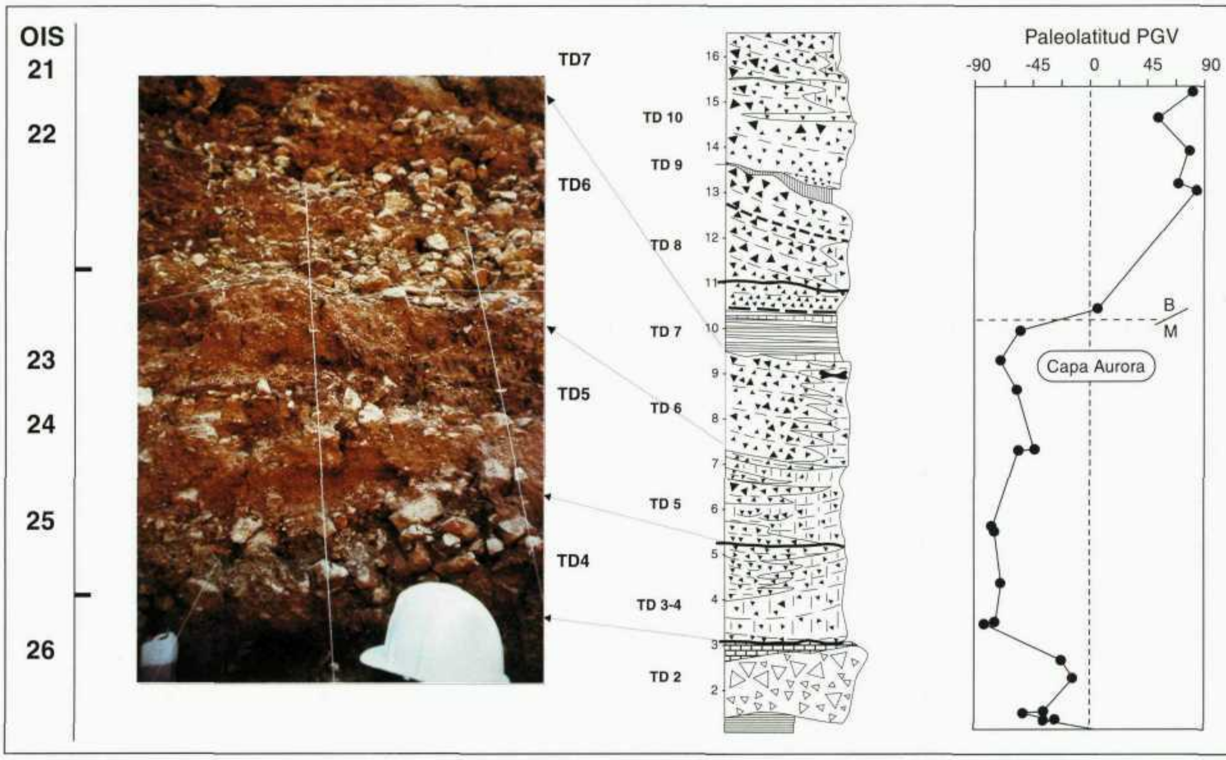


Fig. 23.– A la izquierda, fotografía parcial del corte de Gran Dolina, que comprende los niveles inferiores, desde TD4 hasta techo de TD6, su correlación con la escala isotópica del océano (OIS) y su situación en el corte esquemático (centro). Los diferentes tamaños, homométricos o heterométricos, formas, frescura de aristas, distribución de los bloques grandes y menores y de los materiales más finos y sus combinaciones, evidencian si la acción deposicional es dominantemente gravitatoria (caída del techo o pared) o de arrastre o deslizamiento. Los colores grisáceos o verdosos indican en general hidróxidos, y por ello humedad más alta y constante; los rojizos testimonian tiempos de oxidación y, de ahí, tendencia árida o fuerte estación seca. A la derecha, variación de la polaridad magnética (según J. M. Parés y A. Pérez González, 1995): B/M = inversión Brunhes/Matuyama.

bién han ensayado la aplicación de algoritmos sobre la esperanza de vida para individuos y poblaciones, primera investigación paleodemográfica en una población de edad tan antigua como la de Sima de los Huesos.

En paleopatología, P. J. Pérez ha podido evaluar la magnitud e incidencia de varios nóseos (figuras 31 y 32), hasta poder hablar de paleoepidemiología, estudiando con A. Gracia, en particular, varios casos de *cribra orbitalia* o afecciones similares, investigando con A. Rosas la etiología de la extrañamente frecuente artrosis temporo-mandibular, y con Bermúdez de Castro, la significación de los casos de hipoplasia de esmalte y de otras trazas de erosión anómala en dientes.

RESPUESTAS SOBRE PROGRESOS EVOLUTIVOS EN POBLADORES DE ATAPUERCA

Los resultados de las tareas de investigación mencionadas han conducido a establecer aportaciones novedosas al conocimiento en campos de las disciplinas paleantropológicas y prehistóricas implicadas.

Por lo que respecta a cambios morfofuncionales y parentescos morfoevolutivos, se tiene hoy por establecido, a partir de los estudios sobre la muestra de Sima de los Huesos, que la variedad de Neandertal tuvo sus antecesores en la población europea de hace entre 500 y 200 Ka, o «preneandertales» –a la que pertenecen los fósiles de SH, como ya se enunció en 1976–. Se confirma la opinión de S. Condemi sobre la agregación escalonada, en el tiempo, de los rasgos que caracterizan a los neandertales terminales o «típicos». Asimismo se encuentran fósiles africanos del Pleistoceno Medio como representativos de la estirpe antecesora de estos preneandertales por varias proximidades (figura 33). El volumen encefálico en cráneos de SH es notablemente alto, entre 1390±10 cc y 1125±10 cc. La talla en esta población era grande, no muy diferente de la actual, si bien se observa una notable variación de tamaño en las mandíbulas y un claro dimorfismo atribuido al sexo en las dimensiones de algunos dientes. La constancia de tipos morfológicos se altera en rasgos bien repetidos, con la presencia de alguna variante.

Uno de estos rasgos constantes, con rara excepción, en SH es el aspecto inflado y plano de la expansión maxilomalar entre el pómulo y el borde alveolar, por un lado, y el pómulo y el borde nasal, por otro, sin inflexiones ni retracciones, al modo, por tanto, de neandertales (figura 34). En cambio, la cara apomórfica de los modernos, con inflexión maxilar alta bajo el pómulo y la retracción anterior o fosa postcanina, que ya se halla en cráneos de Zhoukoudian –«hombre de Pekín»–, es la que presenta un fósil del Nivel Aurora en TD6, de hace 800.000 años (figura 35).

En cuanto al modo de vida e higiene en general, los mencionados estudios paleopatológicos y paleoecológicos llevan a concluir que la población de SH estaba bien adaptada a sus movimientos en el terreno por la escasez de graves accidentes. Era, en cambio, frecuente una distrofia, sobre todo en edad infantil, relacionable con el destete o con la inflexión basicraneal y desplazamiento de la glotis, que se asocia a su vez con el desarrollo del lenguaje articulado y sintáctico: puede haber interacción en todos estos factores.

Aun cuando la dieta parece ser dominante y rica en productos vegetales por la oferta copiosa en muchos niveles, se observa consumo cárnico cierto en algunos suelos de los niveles TD10 y TD6 alto (Aurora). En este último caso hay evidencia sólida –según Y. Fernández Jalvo– de canibalismo. Está comprobado el aprovechamiento de la carne de reses, con alta proporción de potros, caídas en torcas, por las evidencias bien analizadas en los suelos fértiles del nivel TG11 de Galería, excavado en la trinchera ferroviaria, según J. C. Díaz y M. V. Moreno. En esta práctica alimentaria –ni caza propiamente ni carroñeo simple– competían aquellos pobladores con cánidos que también descendían con idéntica pretensión.

Puede ilustrar sobre el uso del territorio por aquellos pobladores saber que en las faldas de la sierra de Atapuerca no faltaban fuentes. Los manantiales pudieron ser copiosos en el tramo inferior del nivel TG11, probable comienzo del interestadial de hace algo más de 200.000 años, episodio 7 de la OIS, como testifica la relativa frecuencia de aves limnícolas o frecuentadoras de charcas, según A. Sánchez, entre una avifauna variada. En esta área, además, confluyen tres ecosistemas, según S. Rivas: el montano de la propia loma de Atapuerca, el de la meseta que llegaba a sus pies en una cota sólo 70 m más baja, y el del valle fluvial del Arlanzón; a muy escasa distancia estaban las elevaciones de la Demanda al E y SE, las de Pancorbo y Páramo de Masa al NE y N (figura 36). Con los cambios climáticos, unos biotopos se extenderían mientras que otros entrarían en regresión. Cabe presumir que estas poblaciones no estaban por ello forzadas a importantes desplazamientos. No obstante, a la vista de la crudeza de los inviernos en aquella región y las circundantes en meseta y sistemas montañosos, incluso en la presente fase interglacial y cálida, uno se pregunta cómo podrían permanecer los sucesivos pobladores de Atapuerca y Los Juarros en esa estación, y particularmente en los episodios fríos con extensión de los ambientes periglaciales. Al parecer, salvo casos especiales como los de los osos de Sima de los Huesos y las aves de páramo en la parte superior del nivel TG11, la casi totalidad de evidencias de actividad humana y conjuntos paleofaunísticos se presentan en estratos con carácter de clima benigno.

Se ha comprobado una captación diferencial de materias primas para el instrumental lítico, de cuarcita y otros materiales metamórficos entre los cantos de depósitos fluviales, y de sílex en concreciones del techo de la meseta miocena que permanecen al descubierto como relictos de la erosión de éste, ya en el Nivel Aurora de hace

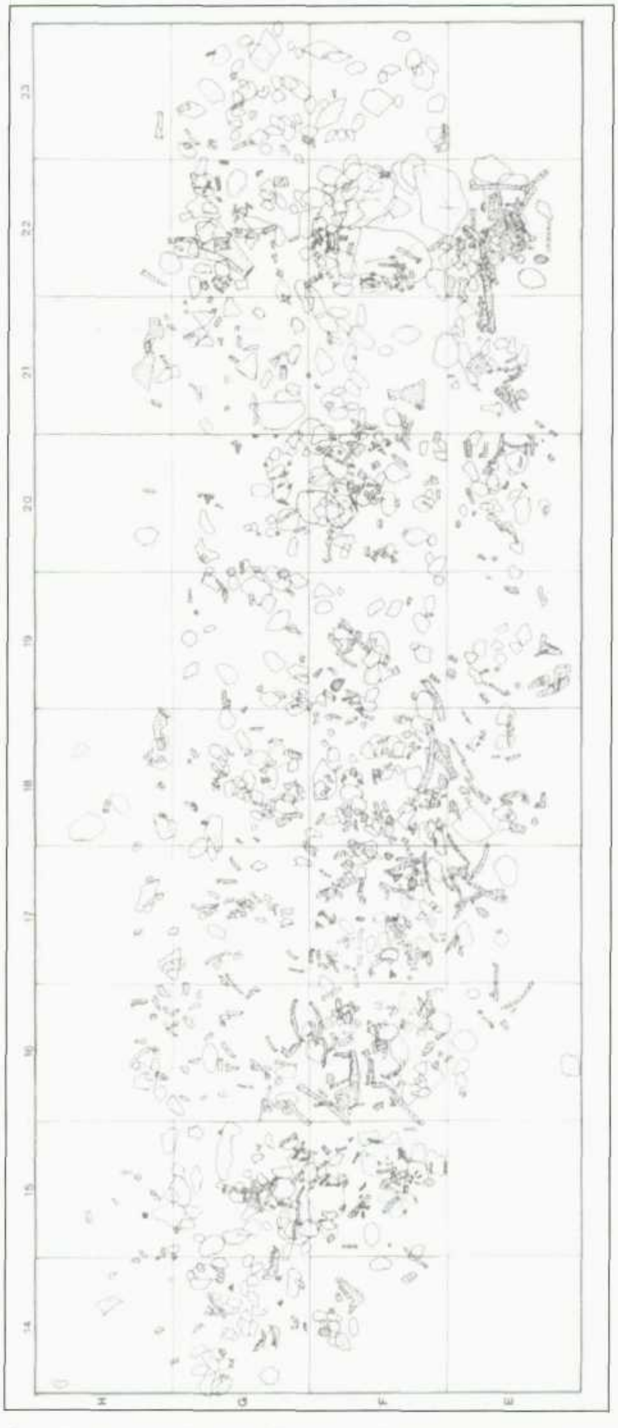


Fig. 24.– La excavación metódica por cuadrícula permite análisis sobre las partes esqueléticas presentes de las distintas especies, sus frecuencias y grados de conminución, y de ahí la situación autóctona o alóctona de las carcasas y, en el segundo caso, el o los agentes de despiece, acarreo y consumo. A esto ayuda también el examen tafonómico y de trazas, que puede revelar una secuencia de consumidores, como es el caso de los suelos conservados en la unidad superior de Galería, TG11. El plano de campo aquí reproducido (de J. C. Díez) deja ver, en uno de estos «suelos», escasos utensilios líticos, varios restos óseos dispersos, algunos de los cuales conservan trazas de consumo, y un montón de huesos más enteros, no dispersos, de dos reses caídas por torca (según E. Soto).- En blanco: rocas; punteado: hueso; rejilla: utensilios líticos.



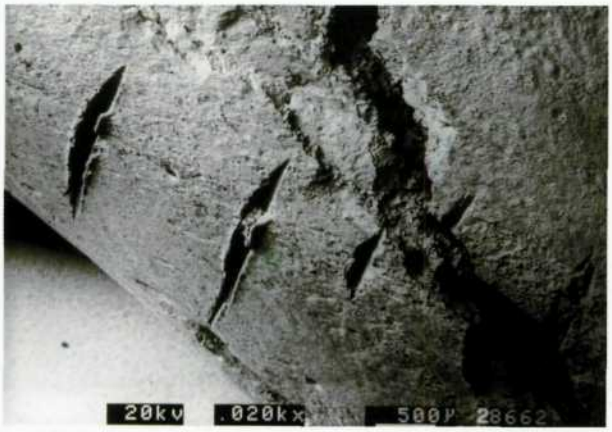


Fig. 26.– Señales de cortes con filo artificial de piedra, observados con ultramicroscopía en un fragmento de clavícula infantil humana del horizonte TD6 superior «Aurora» (gentileza de Y. Fernández-Jalvo). Numerosos fósiles humanos de este nivel presentan diversas trazas de prácticas caníbales.

Fig. 25.– Corte esquemático de los depósitos de relleno de Gran Dolina, con las rapaces que dejaron en algunos niveles los restos esqueléticos de roedores devorados y regurgitados por ellas: se identificaron por el análisis tafonómico mediante microscopía electrónica de las trazas y tipos de digestión y otras variables como el grado de selección de presas, por Y. Fernández-Jalvo y P. Andrews (en E. Aguirre ed., *Atapuerca y la evolución humana,* Fundación Ramón Areces, Madrid, 1998). Parecidos análisis y experimentación les permitieron inferir condiciones en la evolución del karst: arrastres, alcalinidad, cierre de la cueva.

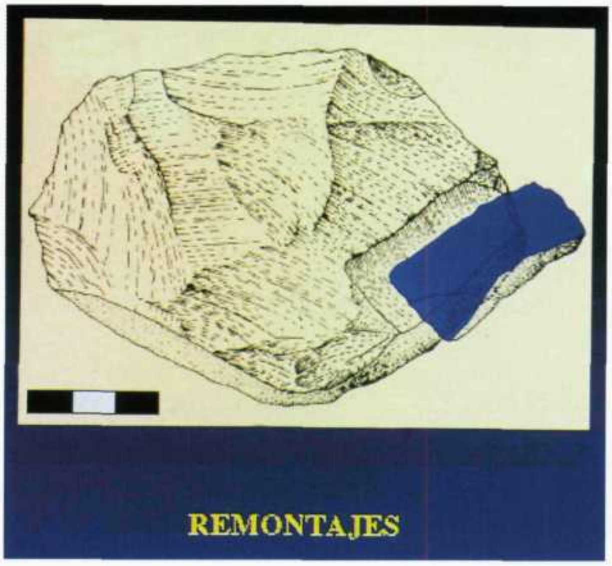


Fig. 27b.– Remontaje o recomposición de «bases» o fragmentos de un mismo bloque o canto inicial, resultantes de una operación de talla artificial (con intención de producir filos diedrales o triedrales útiles), y que se hallan en proximidad en el curso de una excavación: esto constituye evidencia de acción antrópica en el lugar. (Por B. Márquez.)

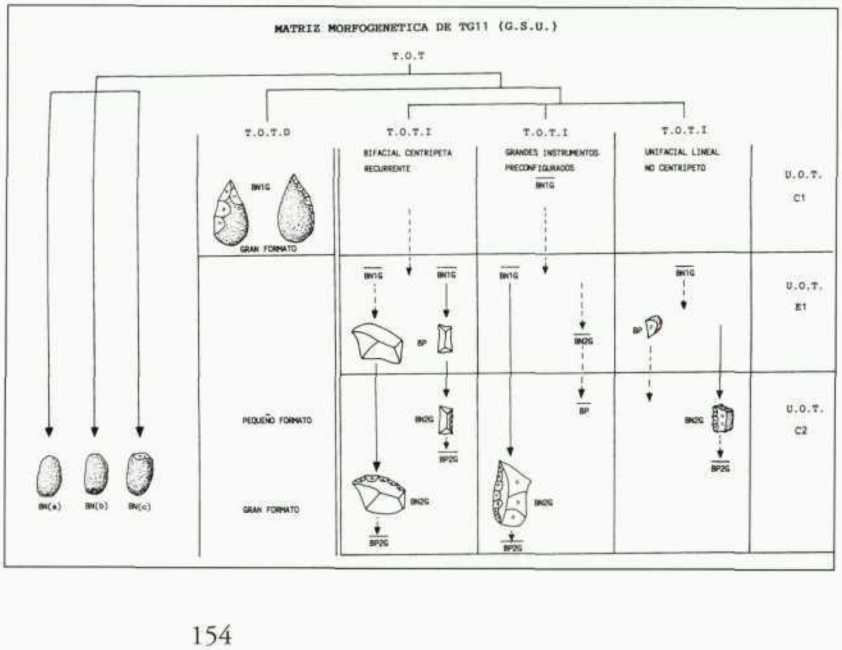


Fig. 27a.– *Resumen analítico de los tipos secuenciales de fabricación de utensilios detectados en el nivel TD 11 de Gran Dolina.–* TOT: Tema Operativo Técnico; TOTD: id. directo; TOTI: id. indirecto; UOT: Unidad Operativa Técnica; BN: Base natural; BN1G: Base Negativa de primera Generación; BP2G: Base Positiva de segunda Generación; C: Configuración E: explotación (según E. Carbonell, M. Mosquera, X.P. Rodríguez y otros colaboradores).- Flecha vertical continua: proceso constatado; de trazos: no verificado en el lugar. Bajo línea horizontal: piezas del proceso inferidas, no presentes. (Carbonell y otros, en J. Jordá, ed., *Geoarqueología,* ITGE y AEQUA, Madrid, 1994.)

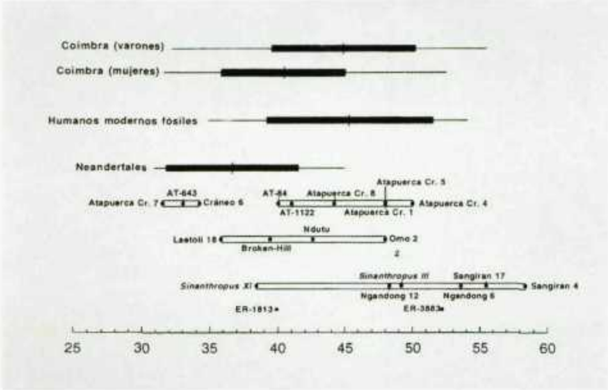


Fig. 28.– Gráfico univariante de la proyección hacia exterior de la apófisis mastoides desde la incisura parietal. La muestra de «Atapuerca» [Sima de los Huesos], con 9 ejemplares, es comparable en tamaño a las de neandertales con 20 ejemplares y modernos fósiles con 10. Presenta, siendo sincrónica, una amplia variación entre las máximas de neandertales y las mayores frecuencias de modernos y de Extremo Oriente en Pleistoceno antiguo. La muestra africana entre Omo 2 y Broken Hill es más moderna que la de Atapuerca. La del Extremo Oriente incluye fósiles de edades muy dispares, entre los c. 1,2 Ma de Sangiran 4, los 0,46-0,23 Ma de Zhoukoudian («Hombre de Pekin»), y menos de 0,4 y más de 0,2 Ma la de Ngandong. Los del este del lago Turkana (ER) tienen más de 1,4 Ma. (De I. Martínez y J.L. Arsuaga, en E. Aguirre ed., *Atapuerca y la evolución humana*, Fundación Ramón Areces, Madrid, 1998.)

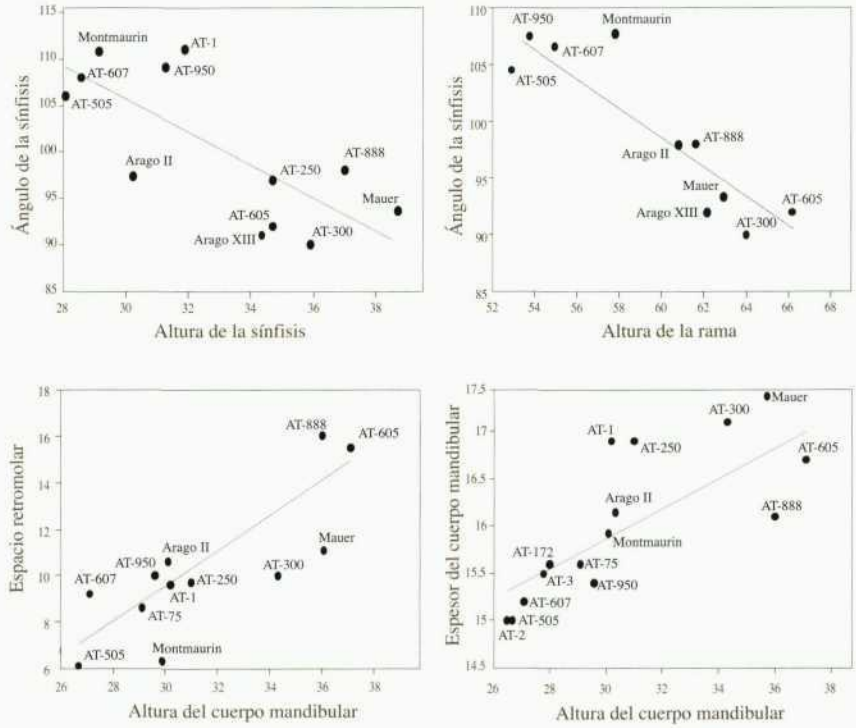


Fig. 29.– Gráficos que evidencian relación entre varios pares de variantes de la mandíbula, una de ellas, la de las abscisas, simple expresión de tamaño (de A. Rosas). Las muestras comparadas son Atapuerca SH y otros preneandertales del Pleistoceno Medio de Europa.

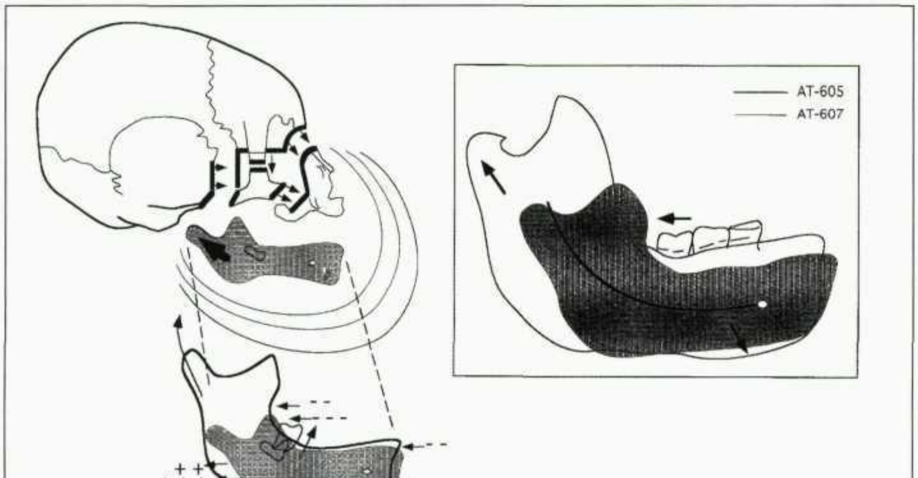


Fig. 30.– Superposición, ajustada al canal mandibular, de los perfiles de dos mandíbulas de Atapuerca, AT-607 del individuo XXIII, femenina, de 17 años, y AT-605, masculina, de 25 años, individuo XXII (derecha), comparada con un esquema indicativo de las áreas de reabsorción (—) y aposición (++) ósea en el crecimiento de la mandíbula, común y condicionado por la modificación de los espacios morfogenéticos en el crecimiento cráneo-facial (izquierda), según A. Rosas. (En E. Aguirre, ed., *Atapuerca y la evolución humana*, Fundación Ramón Areces, Madrid, 1998, figs. 12-13.)



Fig. 31.– Detalle de la región temporal izquierda y basicráneo, del Cráneo 4 de SH. En el centro se ve el meato auditivo externo totalmente taponado por hiperostosis de la lámina timpánica. El daño era bilateral y el individuo, por lo tanto, completamente sordo. (Según P. J. Pérez.)



Fig. 32.– Vista parcial del Cráneo 5 de SH, adulto avanzado. Se aprecia grave osteitis en el maxilar izquierdo en torno a una perforación parodontal del P3. En la pared del seno maxilar y orilla de la ventana nasal, el hueso aparece regenerado con deformación y más denso; en la zona periapical del segundo premolar y primer molar, el hueso afectado aparece esponjoso. Además del fuerte dolor cabe pensar en una septicemia muy grave. (P. J. Pérez; foto J. Trueba.)

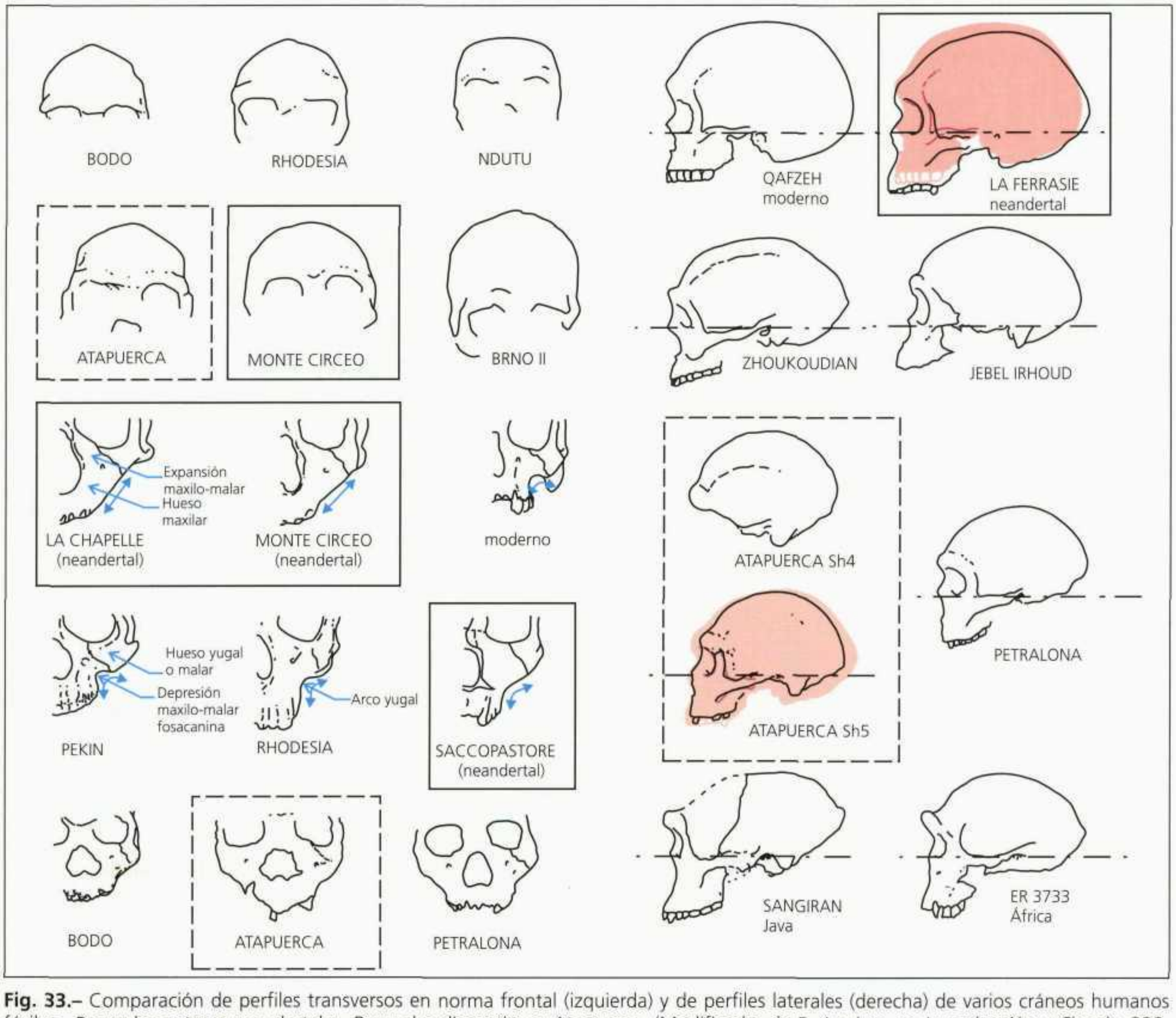


Fig. 33.– Comparación de perfiles transversos en norma frontal (izquierda) y de perfiles laterales (derecha) de varios cráneos humanos fósiles.- Recuadro entero: neandertales. Recuadro discontinuo: Atapuerca. (Modificado, de E. Aguirre, en *Investigación y Ciencia,* 229, Octubre 1995.)



Fig. 34.- El Cráneo 5 de Sima de los Huesos, en norma frontal. Adulto. Nótese el perfil maxilar delante y bajo el pómulo, al modo de Petralona, Rodesia, Bodo y Saccopastore (Javier Trueba).



Fig. 35.- Cráneo facial, y otros fósiles, de Gran Dolina, Nivel Aurora. Nótese la morfología maxilo-malar como los modernos y Pekin. Adolescente. En el ángulo inferior derecho, un premolar (P3) de Sima de los Huesos, ATA 809 del individuo XX, para comparar con una pieza homóloga de TD6 superior. (Equipo de Atapuerca.)

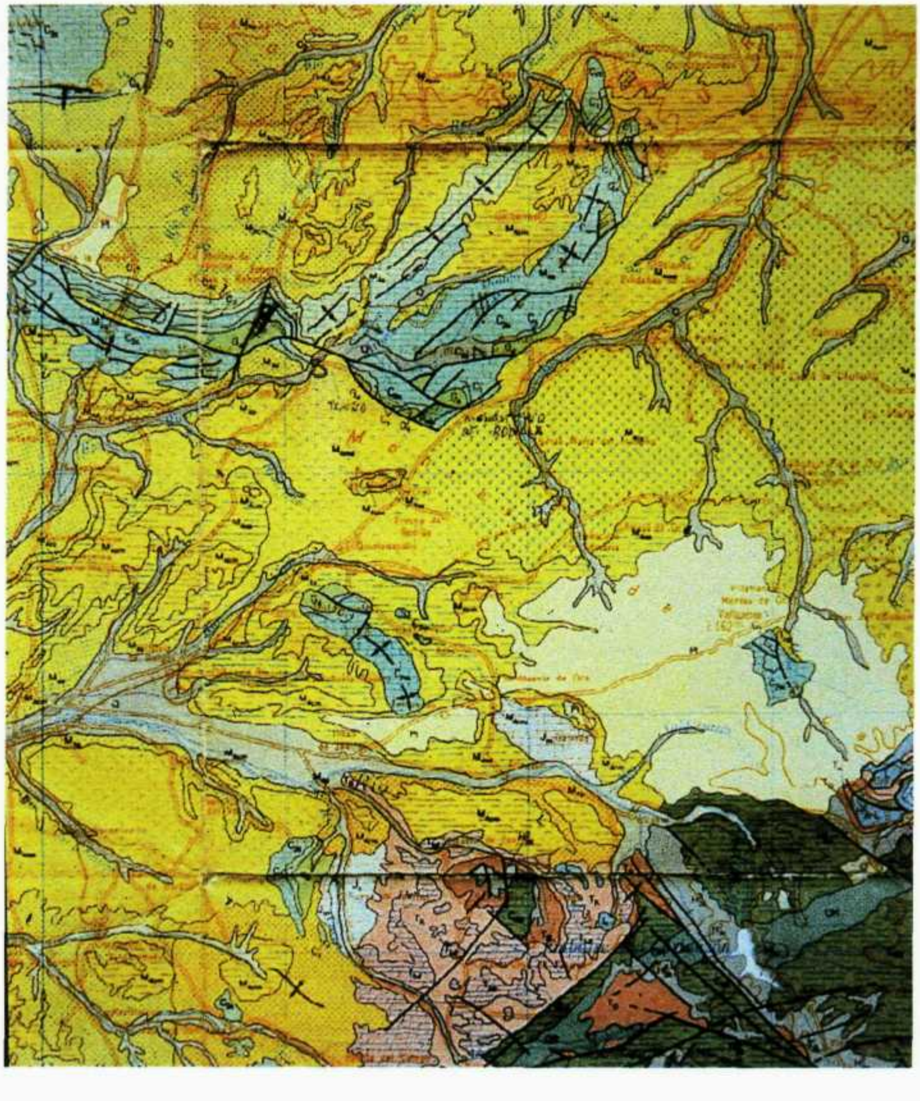


Fig. 36.- Mapa geológico del área entre La Bureba, al norte, y las estribaciones de la Sierra de San Millán, al sureste, que comprende la divisoria entre las cuencas del Duero y del Ebro y los puertos de La Brújula y La Pedraja. Entre estos últimos se extiende, como un pequeño arco aislado (en azul, en la mitad inferior de la foto y un poco a la izquierda del centro) la Sierra de Atapuerca. Desde ella se dominan extensas superficies de terrenos neógenos, que recubren los materiales prealpinos del Sistema Ibérico, aquí hundidos por un complicado juego de fallas, al sureste y al nornoroeste. La situación de Sierra de Atapuerca ofrecía así singulares ventajas geográficas y estratégicas, además de opciones ecológicas y el abrigo de sus cuevas (IGME, *Mapa geológico de España*, 1:200.000).



Fig. 37.– Vista en detalle del extremo NNW del relleno de Gran Dolina en el punto en que la obra de la trinchera ferroviaria cortó precisamente la antigua boca lateral de la cueva. Se aprecia (primer plano, abajo) el talud vertical inmediato a la entrada de la cavidad. Esta pudo consituir una trampa natural para animales que cayeran al fondo, al tiempo de quedar al descubierto y de comenzar los rellenos de TD4 (cerca de 9 m más abajo). Sólo cuando el relleno llegó cerca del nivel de esta boca, pudo la cavidad ser ocupada por grupos humanos. Esto ocurrió a finales del tramo TD6 (en la foto, tercio inferior, centro). Se aprecian en el corte pequeños huesos entre el depósito. (Foto E. Aguirre.)



Fig. 38.– Fondo de la cata de Carbonell en Gran Dolina en 1995, a 10 m en la horizontal de la entrada de la cueva, al tiempo de depositarse el estrato Aurora (arrodillada en el andamio Aurora Martín Nájera, cuyo nombre se ha dado a la capa con los fósiles humanos que ella descubrió en 1994). Más arriba, entre las capas TD10, grandes lajas de más de 1 m evidencian desplome del techo de la cavidad residual (reabierta tras la obliteración en TD8). Lluvias violentas desencadenan hundimientos de la roca debilitada gracias a la erosión remontante de la ladera y a la acción combinada de suelo vegetal, raíces y heladas en las diaclasas. Un caso así pudo sorprender a todo un gran grupo que buscara abrigo de la lluvia torrencial en una boca de cueva, hoy hundida, junto a la Sima de los Huesos. (Foto E. Aguirre.)

800.000 años. Se añade también un pedernal de mejor calidad, también epigenético, pero en terrenos cretácicos de la sierra, y en suelos superiores de Gran Dolina se han identificado cantos de los pisos infracretácicos aflorantes al norte de la sierra de Atapuerca. Sobre el uso de cavidades, aparte del descenso ocasional y momentáneo ya mencionado en torcas accesibles, sólo se ha comprobado una cierta permanencia o acampada junto a la abertura terminal en TD10 y TD11: en el Nivel Aurora hay restos quizá desechados hasta unos 20 m de la entrada; el suelo donde se comía y se tallaban utensilios está (por acumulación de sedimentos) al nivel de ésta (figura 37). La ocupación cesó antes de que la entrada quedase totalmente ocluida por desprendimientos en el nivel TD8. También hay restos de talla, a cierta profundidad y cerca de las bocas hoy expuestas de las «Tres Simas». Así variaba la utilización de los microespacios del karst según la evolución de éste y la clausura y apertura de bocas. Hasta ahora no se ha constatado penetración de humanos en zonas más interiores y oscuras de las cuevas. El escenario que vengo manteniendo como el único probable y origen de la acumulación de cadáveres en Sima de los Huesos, que es el de un grupo sorprendido en una amplia cavidad exterior por un desplome del techo y deslizamiento de la ladera, es coherente con una utilización eventual de tales cavidades como refugio en temporales con fuertes precipitaciones: ambos casos no eran raros (figura 38).

Sobre el grado de desarrollo mental aplicado a comportamiento técnico y de grupo, se han reconstituido escenarios que describen todas las actividades, incluidos desplazamientos y reutilizaciones, que constituyen los

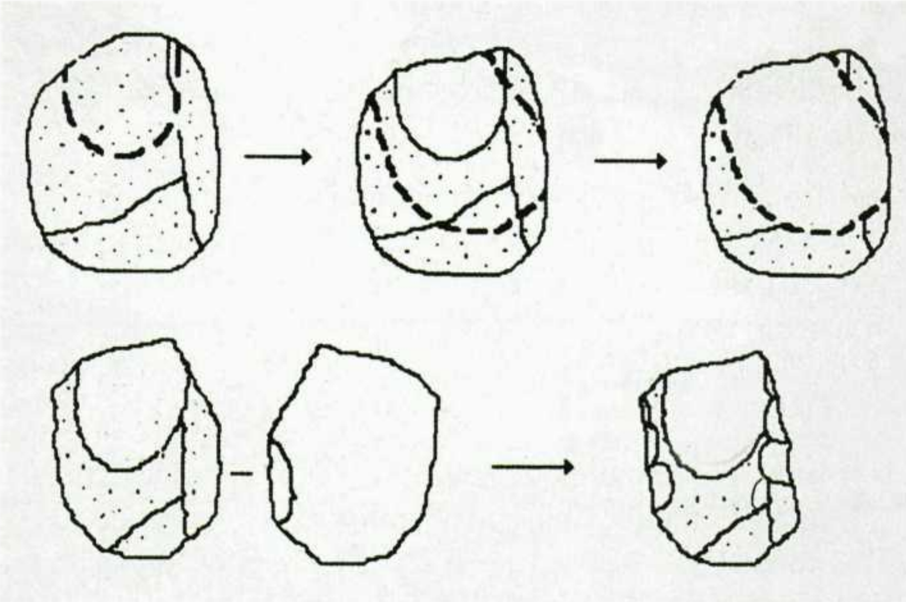


Fig. 39.– Modelo de preconfiguración de instrumentos pesados en el Modo II: un hendedor BN2G (o «sobre lasca»). (Según M. Mosquera, en E. Aguirre, ed., *Atapuerca y la evolución humana*, Fundación Ramón Areces, Madrid, 1998.)

«modos» paleolíticos I, II y III. El Modo I de Carbonell y sus colaboradores se identifica con el Olduvayense evolucionado, y el Modo II viene a corresponder al Achelense clásico, aunque definido con los criterios del sistema analítico-operativo, que incluyen la preconfiguración del resultado desde el golpe inicial (figura 39). El Modo III está dominado por la técnica Levallois, típica del Musteriense, que ya se reconoce en niveles de hace 300 Ka o más. Se ha avanzado en la definición operativa de los filos útiles en los instrumentos líticos, y se ha demostrado, según R. Sala, el trabajo en pieles de animales y la práctica de enmangar en madera utensilios de piedra, en niveles que pueden tener más de 300.000 años. En el Modo II, y en sus niveles terminales, se hallan utensilios de alta eficacia con golpes escasos bien orientados, y otros de elaboración prolija y formas incluso simétricas y estéticas: ello indicaría una flexibilidad en las acciones laborales y en el uso del tiempo (figuras 40a y 40b).

INCIDENCIA EN LAS CUESTIONES DEL MODELO EVOLUTIVO

Estos resultados aportan claridad a varias de las cuestiones controvertidas que enunciamos al comienzo.

La diversificación de los neandertales fue progresiva, favorecida probablemente por un aislamiento geográfico debido al avance del casquete polar y los glaciares de montaña en los episodios fríos de la OIS 8 y 6, antes de culminar en el episodio 4. El rostro prognato adelantado y plano es común en Europa hace 500 Ka y presente en África en tiempo anterior; la bóveda craneana baja, estirada hacia el occipital y con sección biparietal en curva de herradura no se ve en SH ni aparece antes de 200 Ka.

Hay evidencias sólidas de ocupación humana en Europa hace 800.000 años con los fósiles humanos bien contextuados del Nivel Aurora en Gran Dolina, y evidencia arqueológica en niveles inferiores, de más de 900.000 años –hay por lo menos dos ciclos cálido-frío en TD5-TD6 antes del TD6 superior Aurora.

Estos hallazgos fuerzan a reconocer que fueron varios los movimientos de expansión de poblaciones humanas fuera de África. Antes de hace 130.000 años ocurrió uno por lo menos hace unos 500.000, o poco más, a partir del cual la expansión numérica del género humano y su influjo en los habitantes de todo el Viejo Mundo es muy importante y obvia. Los hallazgos de Aurora en la trinchera de Atapuerca se unen a los de Gongwangling, Donggutuo, Korolevo, Diring-Yuriaj, Monte Poggiolo, y otros, para atestiguar una expansión también importante, aunque menos numerosa, hasta latitudes altas, a favor, lo más seguro, de la subida térmica del Jaramillo, hace ca. 1 Ma. Es problemático relacionarla con la salida de África de los pobladores achelenses de Tell'Ubeidiya.

Es novedoso que el morfotipo de cráneo facial que distingue a los modernos de los neandertales y se encuentra en Zhoukoudian hace 400 Ka, esté presente ya en Atapuerca hace más de 780 Ka. Hasta ahora no había nada sobre qué empezar a hacerse preguntas y plantear hipótesis de ocupantes de Eurasia y sus movimientos entre hace 1 Ma y 0,5 Ma.

Lo dicho –junto con otras evidencias de aparición temprana de variantes modernas y con cuadros morfológicos antiguos en fósiles de hace más de 1,4 Ma, como Dmanisi y algunos *H. ergaster* de África– dibuja un escenario de la evolución humana como la de una especie politípica y rica desde antiguo en variantes, tanto genéticas como morfológicas, de las que unas u otras se van haciendo dominantes en algunos demos regionales, o razas; en éstas se presentan eventualmente otras nuevas, y sin perderse en todos ellos otras tendencias comunes aun cuando con dis-

tintos ritmos o *tempos,* produciéndose asimismo reencuentro genético o sin perderse la interfecundidad como vemos en las razas modernas.

Este modelo de variación y evolución conduce a reconocer la única especie humana *Homo sapiens,* ciertamente politípica, en prácticamente todos los fósiles euroasiáticos y también africanos desde hace por lo menos 1 millón de años, y más. Su origen habría de buscarse bien en algún *H. ergaster* o incluso en el antecesor común de éstos y los *H. erectus* de Java. A partir de aquí, los otros demos de fósiles humanos que comúnmente se designan con nombres binomiales de especie lineana, deberían mejor considerarse variedades o subespecies. El *antecessor* puede bien ser un *H. sapiens antecessor;* sobre todo, deben hacerse más esfuerzos por desenterrar más fósiles y evidencias, tanto en África como en Eurasia, de ese intervalo de vacíos que el *antecessor* comienza a ilustrar y de las poblaciones que él y pocos más representan (figura 41). Nuevas excavaciones y hallazgos son indispensables para ilustrar o falsar este modelo, y para conocer los eventuales movimientos de estas poblaciones en Eurasia y entre Eurasia y África, los circunmediterráneos y los transasiáticos. Los resultados de Atapuerca apoyan la esperanza de que esa búsqueda se verá recompensada.

Mientras, en la misma sierra de Atapuerca quedan depósitos para muchos años de excavaciones, y quedan líneas de investigación no desarrolladas aún en el campo de la bioquímica, en el de la geodinámica y arqueología de la comarca, por poner algún ejemplo.

VECTORES DE EXTENSIÓN DE LOS LOGROS CIENTÍFICOS

Son varios los centros de investigación implicados hoy en estos estudios con diversos equipos de jóvenes científicos: el Museo Nacional de Ciencias Naturales del CSIC, y la Universidad Complutense, ambos en Madrid; la Universidad Rovira i Virgili, en Tarragona; la Universidad de Zaragoza y la de Burgos. Artículos e información sobre Atapuerca son frecuentes en revistas de investigación, de extensión científica y populares, y en redes electrónicas. Son varios los libros también para diversos ámbitos.

La extensión de estos conocimientos a mayor público y a otros niveles escolares está siendo atendida no sólo por el equipo investigador y autoridades en jornadas y exposiciones, sino muy en particular por la iniciativa de los mismos vecinos del municipio próximo, Ibeas de Juarros. Éstos han creado una Asociación Cultural de Amigos del Hombre de Ibeas y Atapuerca (ACAHIA), que mantiene un Aula Cultural y museo local (figura 42), organiza visitas dirigidas al yacimiento y talleres didácticos con ayu-

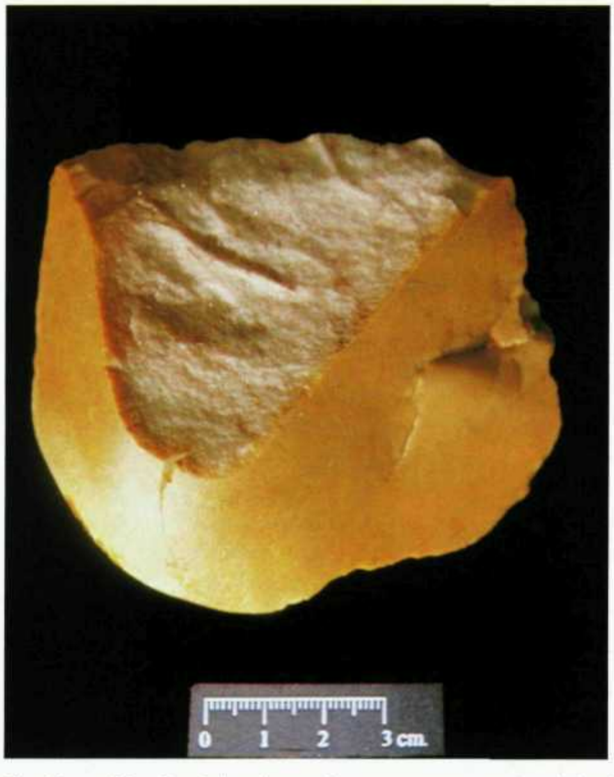




Fig. 40a y 40b.– Dos útiles de gran formato, representativos de la diversidad operacional del Modo II en el Paleolítico inferior avanzado, en capas superiores de Galería. A la izquierda, hendedor transverso oblicuo, muy eficaz en tarea dura, preconfigurado y acabado en BN2G con muy pocos golpes; a la derecha, típico amigdaloide configurado en BN1G con más de doscientos cuidadosos golpes en un volumen que reúne el potencial práctico con la forma estética y simétrica. Dos modos distintos de emplear la habilidad, el ingenio y el tiempo en una misma comunidad económica «achelense». (Cortesía del Equipo de Atapuerca y del Museo Nacional de Ciencias Naturales.)

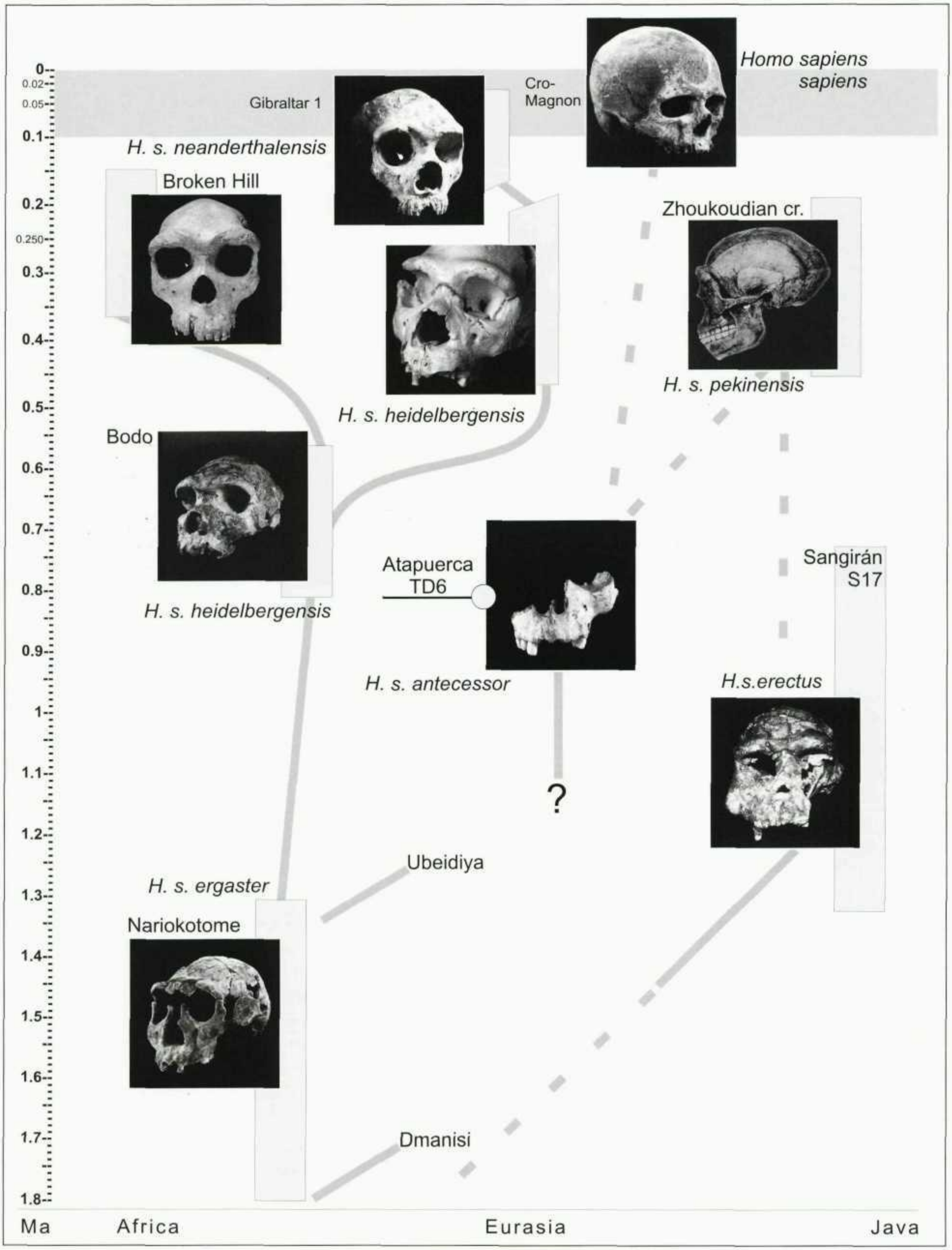


Fig. 41.– El registro fósil humano presente, en su distribución cronológica (escala vertical) y corológica (columnas en la horizontal); con indicación de grupos que habitualmente se distinguen mediante nombres, mejor convencionales que taxonómicos, e indicación también de posibles parentescos filogenéticos y de los éxodos de dispersión fuera de África. Líneas continuas: ascendencia prácticamente segura; trazos discontinuos: ascendencias también verosímiles.



Fig. 42.– Interior del museo local en el Aula Arqueológica de Ibeas de Juarros, con la maqueta, a escala, del karst de Sierra de Atapuerca en primer término. Sede de la ACAHIA.

da de una fundación privada, y ha promovido estudios para proyectar adecuadamente la organización y mantenimiento de un Parque Cultural que pueda ser visitado con aprovechamiento e incluido en promociones para un ocio de calidad. Un parque arqueológico en Atapuerca está siendo programado por el Gobierno autonómico de Castilla y León[1]. El interés de la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de Madrid, de su director y miembros por la inclusión de estos temas en un Programa de Promoción de una Cultura Científica es obvio, y se convierte en un apoyo y promesa de ulterior desarrollo, con otros relevantes sectores de la ciencia que progresan en estos días.

BIBLIOGRAFÍA

- AGUIRRE, E. (ed.), *Atapuerca y la evolución humana,* Fundación Ramón Areces, Madrid, 1998.
- AGUIRRE, E.; CARBONELL, E., y BERMÚDEZ DE CASTRO, J. M. (eds.), *El hombre fósil de Ibeas y el Pleistoceno de la sierra de Atapuerca,* Junta de Castilla y León, 1987.
- BERMÚDEZ, J. M.; ARSUAGA, J. L., y CARBONELL, E. (eds.), *Evolución humana en Europa y los yacimientos de la sierra de Atapuerca. Human Evolution in Europe and the Atapuerca Evidence* (2 vols.), Junta de Castilla y León, 1995.
- BERMÚDEZ DE CASTRO, J. M. y otros. (eds.), *Atapuerca: Nuestros antecesores.* Junta de Castilla y León-Museo Nacional de Ciencias Naturales, Madrid, 1999.
- CARBONELL, E.; ROSAS, A., y J. C. DÍEZ (eds.), *Atapuerca: ocupaciones humanas y paleoecología del yacimiento de Galería.* Arqueología en Castilla y León, Memoria 7, Junta de Castilla y León, 1999.
- CERVERA, J. y otros, *Atapuerca. Un millón de años de historia.* Plot Ediciones-Universidad Complutense, Madrid, 1998; 1999 (2.ª edición).
- DOMINGO, F. (ed.), *Ibeas-Atapuerca. Primeros pobladores,* ACAHIA, Ibeas, 1993.
- *Journal of Human Evolution,* n.° 33 (volumen monográfico), 1997, editado por J. L. ARSUAGA y otros.
- *Journal of Human Evolution,* n.° 37 (volumen monográfico), 1999, editado por J. M. BERMÚDEZ DE CASTRO y otros.

[1] Se les debe mucho de estos resultados también a las entidades patrocinadoras, DGICYT y Junta de Castilla y León; a las autoridades burgalesas y de la base militar de Castrillo del Val; al G. E. «Edelweiss»; a las universidades citadas en el trabajo, y, no menos, a las generaciones de estudiantes que se van aplicando a estas investigaciones. En este trabajo han ayudado, en especial, Miguel A. Vela, Teresa Montero, Belén Márquez, J. Rodríguez y el Servicio de Fotografía del MNCN, Madrid.